Über die Schutteinfüllung im Wimbach-Gries und ihre Veränderung

Bernhard Schlesinger

1974

ÜBER DIE SCHUTTEINFÜLLUNG IM WIMBACH-GRIES UND IHRE VERÄNDERUNG

Inaugural - Dissertation

zur

Erlangung des Doktorgrades

der

Fakultät für Geowissenschaften

der

Ludwig - Maximilians - Universität

München

vorgelegt

von

Bernhard Schlesinger

aus

München

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Tag der mündlichen Prüfung : 20.2.1974

Erster Berichterstatter: Prof. Dr. H.Louis

Zweiter Berichterstatter: Prof. Dr. H.G.Gierloff-Emden

Druck: UNI-Druck, München 40

Inhaltsverzeichnis

Seite

Vorwort

I. Einleitung und Problemstellung 1

II. 1. Der geologische Bau des Wimbachtales 4

2. Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse im Wimbachtal 6

III. Ermittlung der durch die Schutteinfüllung bedingten Veränderungen im Wimbach-Gries 9

A. Geodätische Grundlagen 9

1. Vorbemerkung 9

2. Die Karte von 1897 9

3. Die Karte von 1959 10

4. Höhen- und Lagefehler der Höhenschichtenpläne von 1897 und von 1959 11

5. Ermittlung der Streuungsfunktion σ (s) für beide Höhenlinienpläne 13

6. Die Höhenbezugspegel beider Höhenschichtenpläne 16

7. Meßergebnisse der durchgeführten Flächenmessungen 16

B. Veränderungen im Verhältnis von bewachsenen zu unbewachsenen Schuttablagerungen im Vergleichszeitraum 1897 - 1959 19

C. Besonderheiten der Lockermassenbewegung im Wimbach-Gries 22

IV. Der fluviale Abtrag durch den Wimbach 28

A. Grundüberlegung 28

1. Vorbemerkung 28

2. Die Formel zur Berechnung des Gerölltriebs . 29

B. Berechnung des Gerölltriebs 31

1. Die hydraulische Auswertung der Abflußmessungen 32

2. Die Berechnung des "Geschiebetriebs" 33

3. Fehlerdiskussion 38

Seite

C. Bestimmung der Schwebführung S 39

D. Bestimmung des Gelösten L 40

E. Gesamtgröße des fluvialen Abtrags 43

V. Über den zeitlichen Ablauf der Schutteinfüllung im Wimbach-Gries 44

A. Die Untersuchungsmethoden 44

B. Datierung der bewachsenen Schuttablagerungsoberflächen 45

C. Ermittlung des Alters von überschütteten, ehemals bewachsenen Ablagerungsoberflächen 50

1. Die dendrochronologische Arbeitsweise 50

2. Die 14 C-Datierung 52

3. Datierung der verschütteten Oberflächen durch die Pollenanalyse 54

VI. Zusammenfassung 62

VII. Bilderteil 66

VIII. Literaturverzeichnis 69

IX. Anhang: Karten 5 und 6, 1 Luftbild .....

X. Beilage: die vom Verfasser entworfene Karte im Originalmaßstab 1 : 10 000

Vorwort

Die Anregung zu der vorliegenden Arbeit gab mir Herr Professor Dr.H. Louis. Ihm danke ich für die Betreuung der Arbeit, für viele Anregungen und Kritik.

Die für diese Arbeit notwendigen Luftbilder erhielt ich zum Selbstkostenpreis von der Fa. Photogrammetrie G.m.b.H., München, die auch eine kostenlose Freigabe dieser Bilder beim Bayer. Innenministerium erwirkte. Dem Bayer. Landesvermessungsamt, München, verdanke ich die stark im Preis ermäßigten Reproduktionen der Originalkarte von 1897 und die Überlassung der Paßpunkte zur Auswertung der Luftbilder.

Außerdem bedanke ich mich bei der Militärgraphischen Dienststelle des Wehrbereichskommando VI in München für die freizügig zur Verfügung gestellten Luftbildauswertegeräte.

Die Einführung in die Arbeitsweise der Pollenanalyse erhielt ich von Herrn Priv.Dozent Dr.H.Mayer vom Waldbauinstitut der Universität München, der auch dankenswerter Weise die schwierige und nur für Geübte durchführbare Auszählung der Pollen übernahm. Die Methode der Dendrochronologie erklärte mir Herr Dipl.Forstwirt Elling vom Institut für Forstbotanik der Universität München. Ferner danke ich Herrn OR Dr. O.Ganss vom Bayer. Geologischen Landesamt, der eine kostenlose C 14-Datierung beim Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung in Hannover ermöglichte, und Herrn Dr. J.Burz von der Bayer. Landesstelle für Gewässerkunde für die kostenlos zur Verfügung gestellten Abflußmessungen im Wimbach.

München, den 15.3.1967

Bernhard Schlesinger

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41551921_0047

I. Einleitung

In den Berchtesgadener Alpen zwischen dem Hochkalter als westlicher und dem Watzmannmassiv als östlicher Begrenzung liegt das Naturschutzgebiet Wimbachtal mit seinem kesselartigen Abschluß, dem Wimbach - Gries (s.Karte 1, S.2). Sein Talboden ist mit mächtigen Schuttablagerungen überdeckt. Bei jedem wolkenbruchartigen Niederschlag oder mehrere Tage dauernden Landregen wird Lockermaterial, das bis zu dem größtmöglichen Ruhewinkel auf den Hängen lagert, in Gestalt von Muren in das Tal transportiert; aber auch reine Sturzbewegung als Folge des Überschreitens des Lagerungswinkels für Lokkerablagerungen läßt die durch den Spaltenfrost losgelösten Gesteinsteilchen zu Tale stürzen und den Talboden mit Schutt auffüllen. Diese ständige Überlagerung versucht die Vegetation in einem schweren Kampf zu stoppen und manchmal gelingt es ihr, in der Schuttflut Inseln der augenblicklichen Ruhe durch ihre Besiedlung zu schaffen, bis diese Inseln irgendwann wieder von mächtigen Schuttmuren überlagert werden. Es sind demnach die nichtbewachsenen von den bewachsenen Schuttablagerungen zu unterscheiden. Zum anderen zeigen Aufschlüsse und Bohrungen im Gries zwischen die Schuttablagerungen eingelagerte Humusschichten, die von überschütteten einstigen Vegetationsdecken zeugen. Mit welchen Untersuchungsmethoden können nun Aussagen gemacht werden über den zeitlichen Ablauf der Schutteinfüllung und die dadurch bedingten Veränderungen im Wimbach-Gries?

Untersucht werden im ersten Teil der vorliegenden Arbeit die bei der Schutteinfüllung erfolgten Veränderungen. Dabei wurde folgender Weg beschritten: Ermittelt wurden zunächst die Flächenänderungen der nichtbewachsenen Schuttablagerungen in dem Beobachtungszeitraum 1897 - 1959. Zur Verfügung bei der Durchführung dieser Aufgabe standen mir eine Kartierung des Gebietes aus dem Jahre 1897 und Luftbilder von einer Befliegung der Alpen im Jahre 1959. Zunächst mußte ich die Luftbilder auswerten und zu einem Höhenschichtenplan mit Grundriß verarbeiten. Dann konnten die Grundrisse der beiden Kartierungen verglichen werden. Im einzelnen wurden die Flächen, die 1897, und die Flächen, die 1959 vegetationslos waren, ausgemessen; dann folgte die Ermittlung der Flächen, die schon 1897 und auch noch 1959 unbewachsene Schuttablagerungen waren und schließlich die

Karte 1:

n. MÜNCHEN
B 304
TRAUNSTEIN
TEISENDORF
B 304
Salzach
SALZBURG
B 306
Saalach
B 21
RUHPOLDING
B 305
Salzach
BAD REICHENHALL
B 305
Saalach
B 21
B 305
B 20
Berchtesgadener A.
B 305
BERCHTESGADEN
RAMSAU
B 305
KÖNIGSSEE
Ramsauer A.
Hochkalter
Watzmann
Hundstod
ÖSTERREICH
Lageskizze
0
5
10
15 km
Wimbachtal .....

Areale, die zwar 1897 vegetationslos waren, aber inzwischen bewachsen wurden. Dadurch konnte der prozentuale Anteil sowohl der nichtbewachsenen als auch der bewachsenen Schuttablagerungen an der gesamten Griesfläche angegeben werden. Außerdem ergaben sich Aussagen über die Verteilung der nichtbewachsenen Lockerablagerungen im Gries und über die Veränderungen im Verhältnis von bewachsenen zu unbewachsenen Lockermassen.

Für die richtige geometrische Bewertung der Schichtlinien wurde die Berechnung des Höhen- und Lagefehlers der Höhenlinien und die Bestimmung des Streuungsintegrals notwendig. Zur Ermittlung der Verläßlichkeit der beiden vorliegenden Höhenlinienpläne wurden eine genügende Anzahl Punkte mit "erhöhter Genauigkeit" eingemessen, kartiert und über die Ausgleichsrechnung die Höhen- und Lagefehler der Schichtlinien berechnet. Die Verteilung der Kontrollpunkte ist der Karte 4, S. 17 zu entnehmen. Der Versuch einer quantitativen Bestimmung der Massenumlagerungen im Wimbach - Gries erbrachte leider keine verläßlichen Ergebnisse. Zusätzlich wurde der fluviale Abtrag durch den Wimbach ermittelt.

Im zweiten Teil dieser Arbeit wird mit Hilfe der Dendrochronologie und der Vegetations-Formationslehre einerseits und der Pollenanalyse und der 14 C - Methode andererseits der Überschüttungsrhythmus im Wimbach - Gries dargestellt. Die Dendrochronologie ermöglichte durch Anbohren der Bäume und Auszählen der Jahresringe Altersangaben für die einzelnen bewachsenen Schuttflächen; durch den Formationswandel (Sukzessionen) der Vegetation werden diese Altersangaben gestützt. Die Pollenanalyse und die 14 C - Methode erbrachten das Alter ehemaliger, bewachsener Oberflächen, also der jetzt im Schutt eingebetteten Humusschichten. Dadurch konnte der Zeitraum seit der Verschüttung dieser Oberflächen ermittelt werden.

Diese Altersangaben und die gemessenen Mächtigkeiten der Schuttablagerungen geben Aufschluß über die Schutteinfüllung im Wimbach-Gries.

In der bisher erschienenen Literatur wurde das Wimbachtal als ein landschaftlich interessantes, von ungeheuren Gewalten immer wieder umgeformtes Tal beschrieben und auf seine touristische Sehenswürdigkeit hingewiesen. So schreibt L.KOEGEL (1938, S. 104) von einer "der interessantesten Großschuttlandschaften, vielleicht der ganzen

Alpen" und führt sie mittels einer Durchwanderung vor; M.ZELLER (1914) meint, daß sich eine öde Schuttfläche auf der Talsohle ausbreite und H.SCHERZER (1927) stellt neben pflanzenkundlichen Angaben die ehemalige Einheit von Watzmann und Hochkalter fest. H.PAUL und K. v. SCHÖNAU (1930) beschreiben die Pflanzenbestände im oberen Wimbachtal. Die Arbeit von A.PENCK (1885) befaßt sich eingehend mit dem Nachweis der Vereisungen im unteren Wimbachtal.

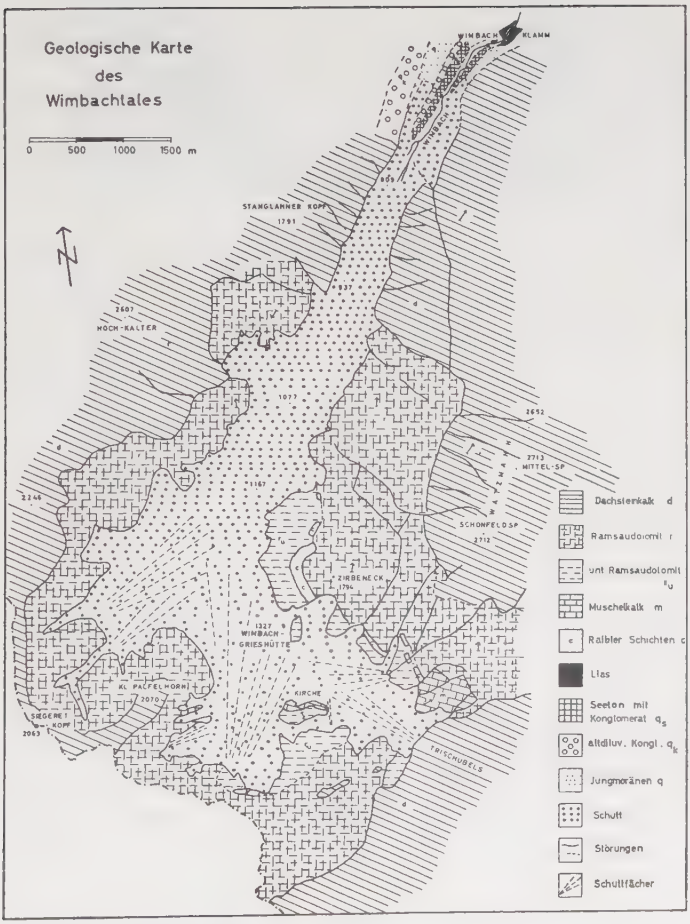
Um genauere Ergebnisse über die Schutteinfüllung und ihre Veränderungen im Gries zu erhalten, ist jedoch der Vergleich mindestens zweier aus verschiedenen Jahren stammender topographischer Aufnahmen notwendig. Ehe auf die verschiedenen Messungen und Messungsmethoden eingegangen wird, sei zunächst der geologische Bau dieses Tales beschrieben und in einem kurzen Abschnitt auf seine klimatischen Verhältnisse eingegangen.

II. Der geologische Bau des Wimbachtales

Die beiden mächtigen umrahmenden Gebirgszüge sind das Watzmannmassiv im Osten und der Hochkalterzug im Nordwesten. Während beim Watzmannmassiv die Schichten nach Nordosten und Osten fallen, sind die Schichten des Hochkalterzuges nach Nordwesten und Norden geneigt. Demnach sind beide Gebirgszüge die Pfeiler eines ehemaligen Gewölbes, dessen Scheitel über den Palfel-Hörnern gelegen haben muß. Die Umrahmung des Wimbachtales zeigt einen verhältnismäßig einfachen geologischen Bau. In der Karte 2 (S. 5) sind die geologischen Verhältnisse dargestellt. Die Zeichnung dieser Karte erfolgte nach der geologischen Karte von G.HABER (1935), die für das Gebirge um den Königssee erstellt wurde, und nach eigenen Kartierungen.

Die aus dem Schutt aufragenden Wände bestehen aus Ramsaudolomit, der der mittleren Trias und da wiederum der ladinischen Stufe angehört. Der Ramsaudolomit hat eine Mächtigkeit bis zu 700 m, ist hellgrau und zerfällt wegen seiner Trümmerstruktur in feines Gries oder Grus - daher auch der Name Wimbach - Gries -. Dieser Grus ist eine durch physikalische Verwitterung entstandene Trümmerablagerung mit Korngrößen von 2 - 60 mm Durchmesser; die Gesteinsfragmente sind sehr kantig, da sie nur wenig transportiert wurden. Die Bergformen aus Ramsaudolomit sind stark gerundet. Auf den Palfel-Hörnern, de-

Karte 2:



Entwurf: B. Schlesinger, 1966

(nach eigenen Kartierungen und nach Kartierungen von G. Haber, N. Hoffmann u.a., 1935)

ren Grat er bildet, wurden jedoch die bizarrsten Felsgestalten, scharfe Zacken oder spitze Felsnadeln durch die Denudation gebildet.

Über dem Ramsaudolomit erhebt sich als Steilstufe der gut gebankte Dachsteinkalk. Er ist ein heller Kalk, ein wenig rosa gefärbt, teilweise mit roten oder gelblich-weißen Adern versehen. Seine Mächtigkeit ist annähernd 1 000 m.

Unterhalb der Griesspitze zeigt sich ein schmales Band gut gebankter Raibler Schichten, die reich an Tonen und Mergeln sind. Sie bilden in den Wänden Gesimse und Verebnungen und tragen somit auch zu dem äußerst abwechslungsreichen Anblick der Wände bei. Im östlichen Talschluß unterhalb der Watzmann-Südspitze und an der nördlichen Wand der "Kirche" tritt Muschelkalk zutage.

Den nördlichen Talausgang bildet eine Klamm, die in harten, roten Liaskalken eingeschnitten ist.

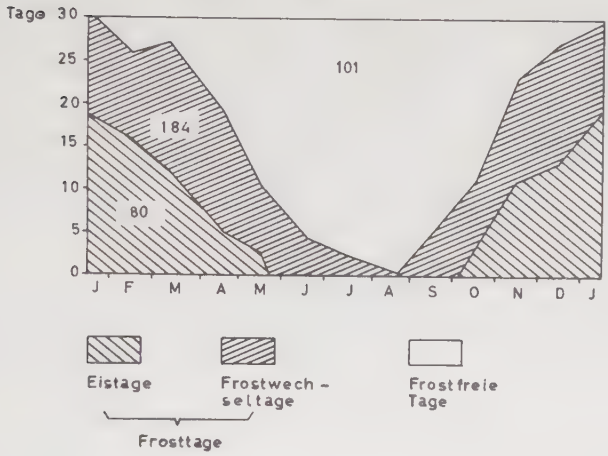
Nachdem das einstige Schichtgewölbe aufgeschnitten und der harte, plattige Dachsteinkalk abgetragen war, erfolgte sehr schnell die Aufbereitung des nun frei liegenden, brüchigen und leicht zerstörbaren Ramsaudolomits. Sie ist die Hauptquelle für die Schutteinfüllung im Gries. Diese Schutteinfüllung im Gries und ihre Veränderungen bilden den Gegenstand unserer Untersuchung.

2. Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse im Wimbachtal

a) Temperatur

Meßreihen über den Jahresgang der Temperatur im Gries liegen nicht vor; dagegen bestehen Temperaturmessungen von der Wetterstation Watzmann - Haus (1914 m ü.NN). Sie sind weit wichtiger, da durch sie die Temperaturverhältnisse der Gipfelregionen der das Tal umgebenden Gebirgsmassive, auf denen der Schutt durch Frostsprengung gebildet wird, repräsentiert werden. Über die Temperaturschwankungen der Gesteins- und Bodenoberflächen bestehen keine systematischen Beobachtungen. Das folgende Diagramm (Abb. 1) stellt die Frostwechselhäufigkeit und ihre jahreszeitliche Verteilung dar.

Abb. 1: Frostwechselhäufigkeit und ihre jahreszeitliche Verteilung
Station: Watzmann-Haus (1914 m ü. NN)
Beobachtungszeitraum: 1947 – 1954



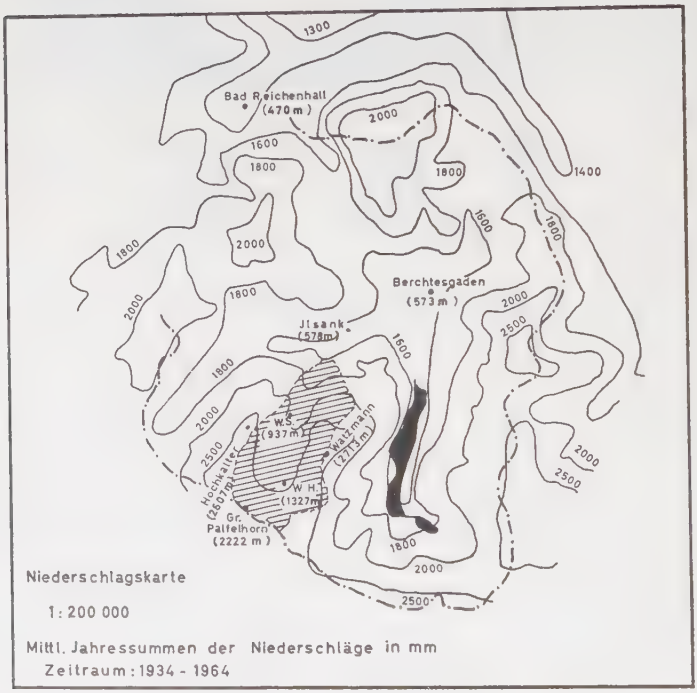
Nach Meßdaten des Deutschen Wetterdienstes

Bei dieser Darstellung wurde unterschieden zwischen den Frosttagen und den frostfreien Tagen, wobei die Frosttage wiederum aufgeteilt sind in Eistage, an denen selbst das Maximum unter dem Gefrierpunkt bleibt, und den Frostwechseltagen mit ihren Temperaturschwankungen um den Nullpunkt. Es gibt 80 Eistage; ihr hauptsächliches Vorkommen ist auf die Monate im Spätherbst, Winter und Vorfrühling beschränkt; das Maximum liegt mit 18 Tagen im Januar, während die beiden Minima mit 3 Tagen im Mai und Oktober liegen. Die Frostwechseltage dagegen treten an 184 Tagen und während des ganzen Jahres auf. Ihr Minimum liegt mit 2 Tagen im August. Nur an 101 Tagen im Jahr herrscht kein Frost.

Die Temperaturwerte wurden 2 m über dem Erdboden gemessen, so daß bei Messung der Frostwechselhäufigkeit einige Zentimeter über dem Boden die Anzahl der Frostwechseltage zunehmen würde. Es kann somit angenommen werden, daß dieser häufige Wechsel von Gefrieren und Auftauen und die größere Anzahl von Eistagen eine erhebliche Frostsprengung bewirken. Das Gebiet besitzt nämlich eine hohe Nieder-

schlagsmenge und diese wird für die Frostsprengung wirksam in Gestalt der Wasseraufnahme von 0,5 - 1 % vom Trockengewicht, die das anstehende Gestein bei Befeuchtung erlangt.

Karte 3:



Die Niederschlagssummen wurden von den recht zahlreichen Niederschlagsmeßstationen im Berchtesgadener Land gemessen und sind die mittleren Jahressummen in mm. Besonders günstig für die Zeichnung der Isohyeten im Wimbachtal, das in der Karte schraffiert dargestellt ist, war das Vorhandensein von Meßreihen der Stationen Wim-

bachgrieshütte (W.H.) und Wimbach-Schloß (W.S.). Aus dem Verlauf der Isohyeten ist zu entnehmen, daß die Niederschlagsmengen im oberen Wimbachtal, also im Wimbach - Gries, besonders hoch sind. Starke Bodendurchtränkung und größere Vermurungserscheinungen sind die Folge dieser ausgiebigen Niederschläge. Auffallend ist die Zunahme des Niederschlags von 1 600 mm bei der Station Ilsank auf 2 500 mm bei der Wimbachgrieshütte. Die Niederschläge fallen zu 75 % als Regen. Das Maximum des Niederschlags liegt mit 332 mm im Juli, während der November mit 91 mm das Minimum aufweist.

III. Ermittlung der durch die Schutteinfüllung bedingten Veränderungen im Wimbach - Gries

A. Geodätische Grundlagen

1. Vorbemerkung

Im folgenden Kapitel werden die Methoden dargelegt, mit denen Angaben gemacht werden können über die Schutteinfüllung im Wimbach-Gries und die damit verbundenen Veränderungen auf den Ablagerungsflächen, insbesondere über das Verhältnis der bewachsenen zu den nichtbewachsenen Schuttablagerungen. Zwecks Gewinnung dieser Veränderungen wurden die Grundrisse der Karten von 1897 und 1959 verglichen. Zu erwähnen ist, daß die Karte von 1959 (Grundriß und Höhenlinien) zwar erst 1963 zum Zwecke der Durchführung dieser Arbeit gezeichnet wurde, daß aber die für diese Karte zugrunde gelegenen Luftbilder aus dem Jahre 1959 stammen. Die Karte wird deshalb künftig als die Karte von 1959 bezeichnet, da sie die Gegebenheiten im Wimbach-Gries vom Jahre 1959 wiedergibt. Zur allgemeinen Charakterisierung der beiden Vergleichskarten seien ihre Aufnahmeverfahren, mit deren Hilfe sie kartiert wurden, kurz skizziert.

2. Die Karte von 1897

Der Originalmaßstab dieser Karte ist 1 : 5 000. Zum Zwecke des Vergleichs mit der neuen Karte wurde sie in den Maßstab 1 : 10 000 verkleinert. Das Wimbach-Gries ist im Original auf 4 Aufnahmeblättern

dargestellt und wurde im Auftrag des damaligen Bayerischen Topographischen Bureaus kartiert. Die Grundlage war die heute noch verwendete Bayerische Flurkarte im Maßstab 1 : 5 000 mit einer sehr genauen Darstellung des Geländegrundrisses. Die Geländeaufnahme erfolgte laut Dienstvorschrift von 1887 mit dem Heller-Topometer. Dies ist ein kippbares Fernrohr mit Distanzfäden, ein mit dem Fernrohr fest verbundener Höhenkreissektor mit unmittelbarer Minutenablesung und eine Vollkreisbussole. Die Bussolenzüge in Sprungständen begannen und endeten an einem Höhenfestpunkt. Von jedem Standpunkt wurden umliegende Geländepunkte nach Lage und Höhe eingemessen und kartiert. Das Kroki der Höhenlinien entstand im Gelände. Die im Original noch lesbare Anzahl der Aufnahmepunkte beträgt 860 Punkte. Die Äquidistanz der Höhenlinien ist im Original 10 m. Das Fehlen der Höhenlinien im höheren Felsgebiet muß als grundsätzlicher Nachteil angesehen werden. Die Höhenlinien wurden punktweise und mittelbar gefunden. Die Situationszeichnung ist umfassend und sehr genau, da das Gebiet königliches Jagdrevier war und die Karte außerdem von der Forstverwaltung gebraucht wurde.

3. Die Karte von 1959

Diese Karte ist die Auswertung einer luftphotogrammetrischen Aufnahme. Die Luftbilder für diese Auswertung stammen aus dem Jahre 1959. Eine terrestrische photogrammetrische Aufnahme kam wegen Fehlens überhöhter und nicht allzu weit vom Aufnahmeobjekt entfernter Standpunkte nicht infrage; bei der letzteren Aufnahmeweise wären Lükken verblieben, die nach der bestehenden topographischen Karte 1 : 25 000 hätten ergänzt werden müssen. Die so ergänzten Lücken wären nur Näherungskartierungen gewesen.

Die Bilder sind normal geöffnete Senkrechtaufnahmen. Die Auswertung erfolgte am Stereoplanigraph, Modell C 8. Das Bildpaar wird zur Grundlage der räumlichen Photogrammetrie; die Aufgabe ist die Wiederherstellung seiner gegenseitigen und absoluten Lage im Raum. Die Schnittpunkte entsprechender Projektionsstrahlen bilden ein maßstäbliches, optisches und ausmeßbares Modell des Geländes. Eine lückenlose Überdeckung des Geländes durch die Luftbilder wird durch die Erfüllung der Forderung nach 60 % Überlappung der Einzelbilder erzielt. Die aus mehreren Einzelbildern bestehenden Bildstreifen

müssen sich untereinander zu 15 % bedecken. Eine weitere Voraussetzung ist, daß mindestens drei in den Bildecken befindliche Paßpunkte identifizierbar sind.

Der Bildmaßstab beträgt 1 : 10 000; die Auswertung wurde vom Verfasser im gleichen Maßstab kartiert. Der Schichtlinienabstand ist 20 m, damit auch im steilen Felsgebiet ein anschauliches und übersichtliches Bild entsteht. Nach dem photogrammetrischen Verfahren werden die Höhenlinien linienhaft gewonnen. Daraus ergibt sich, daß sie zwar alle Details der Schnittlinie einer horizontalen Ebene mit der Erdoberfläche darstellen, jedoch weniger auf das geomorphologische Gesamtbild eingehen. Sie bedürfen deshalb einer topographischen Überarbeitung. Gewisse Abweichungen von der ursprünglichen Schnittlinie sind dabei unumgänglich. Dem Meßverfahren nach ist die Schichtlinie unmittelbar gewonnen.

4. Höhen- und Lagefehler der Höhenschichtenpläne von 1897 und von 1959

Zur richtigen geometrischen Bewertung der Höhenlinien müssen zunächst beide Höhenschichtenpläne auf ihre Lage- und Höhengenauigkeit untersucht werden. Die erreichte Höhen- und Lagegenauigkeit der Höhenlinien einer Karte liefert die bekannte Koppesche Formel:

$$m_h = \pm (a + b \, tg \alpha)$$

Es bedeuten:

m_h = mittl. Höhenfehler der aus den Schichtlinien bestimmten Punkthöhen;

a = Koppesche Konstante = mittl. Höhenfehler im ebenen Gelände ($\alpha = o$)

b = mittl. Lagefehler

α = Böschungswinkel

Die Aufgabe besteht nun in der Berechnung der Konstanten a und b. Diese Koppesche Formel ist jedoch vom geomorphologischen Standpunkt aus mit grundsätzlichen Unzulänglichkeiten behaftet, die man allerdings bei einiger Sorgfalt weitgehend beheben kann. Aus der Art, wie die Koppesche Gleichung aufgestellt wird, geht hervor, daß die Schichtlinien nur punktweise geprüft werden und daß deshalb auch

die Form der Schichtlinien und der die Neigung des Geländes bestimmende Schichtlinienabstand ungenügend kontrolliert werden. Diese ungenügende Prüfungsart kann jedoch bei entsprechend enger Wahl der Prüfungspunkte und unter Berücksichtigung der Richtung, der Krümmung und des Abstandes der Höhenlinien weitgehend behoben werden. Die Erfüllung dieser mit viel Zeitaufwand verbundenen Forderung bringt ein genaueres Meßergebnis ein. Voraussetzung bei der Wahl der Prüfungspunkte ist, daß die charakteristischen Stellen des Geländes berücksichtigt werden. Außerdem muß zwischen unregelmäßigen und systematischen Fehlern bei der punktweisen Prüfung unterschieden werden. Während die systematischen Fehler wegen ihrer Wirksamkeit im selben Sinn die Geländewiedergabe wenig stören, wird durch die unregelmäßigen Fehler, die die Richtung ihrer Wirksamkeit dauernd ändern, die Kartierung der Kleinformen in erheblichem Maße falsch. Zunächst mußten also genügend Punkte mit "erhöhter Genauigkeit" gemessen und in die Höhenschichtenpläne kartiert werden. Es mußten Punkte sein, deren Höhe und Lage sich in dem Beobachtungszeitraum nicht verändert haben, da rückwirkend eine Genauigkeitsbetrachtung durchgeführt wird. Die Konstanten a und b werden über die Ausgleichsrechnung bestimmt, wobei man von dem wahren Fehler ε ausgeht, der der Differenzbetrag von Sollhöhe minus Isthöhe eines jeden Punktes ist.

Der mittlere Lagefehler m_l der Höhenlinien wird gefunden, indem man in der Gleichung für m_h einfach die Konstanten vertauscht, so daß gilt:

$$m_l = \pm (b + a \operatorname{ctg} \alpha)$$

Nach Ausgleichung von 120 Punkten - ihre Verteilung im Gries s. Karte 4, S. 17 - ergab sich als <u>mittlerer Höhen- und Lagefehler</u>:

a) des Höhenschichtenplanes von 1897:

$$m_h = \pm (0{,}56 + 3 \operatorname{tg} \alpha)$$

$$m_l = \pm (3 + 0{,}56 \operatorname{ctg} \alpha)$$

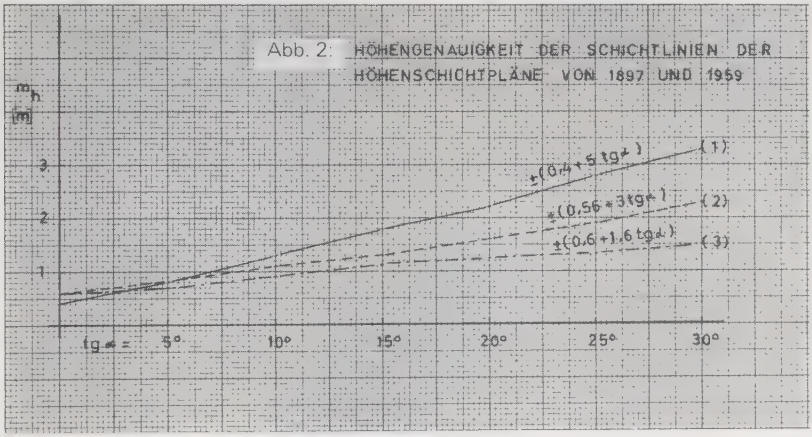
b) des Höhenschichtenplanes von 1959:

$$m_h = \pm (0{,}65 + 1{,}6 \operatorname{tg} \alpha)$$

$$m_l = \pm (1{,}6 + 0{,}65 \operatorname{ctg} \alpha).$$

In dem folgenden Diagramm (Abb. 2) sind die Ergebnisse graphisch so dargestellt, daß der Höhenfehler der Schichtlinien m_h in Abhängigkeit

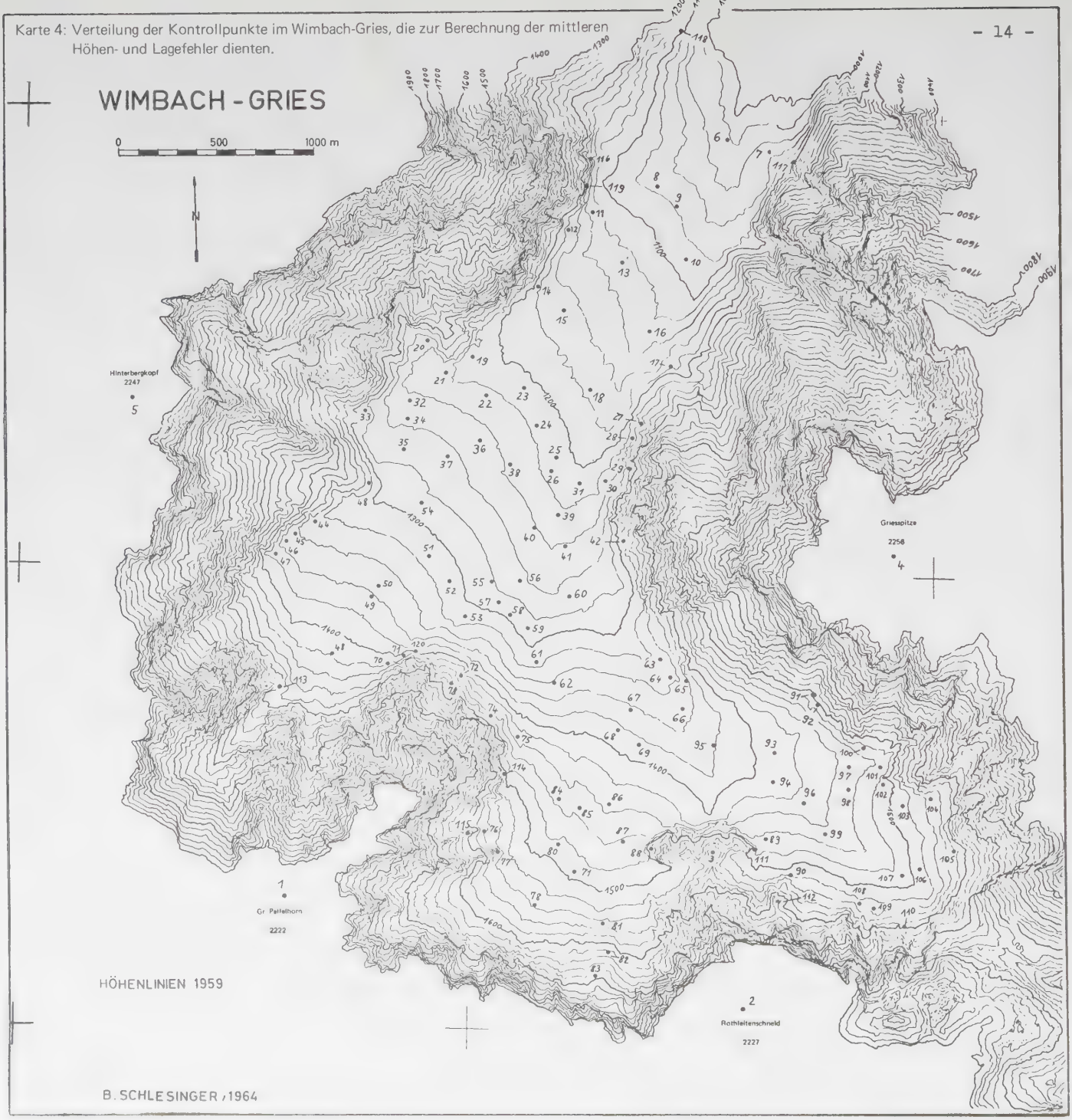
von der Geländeneigung tgα steht. Kurve (1) stellt die amtlich geforderte Genauigkeit dar; Kurve (2) ist die Genauigkeit der tachymetrischen Aufnahme von 1897 und Kurve (3) entspricht der luftphotogrammetrisch erreichten Genauigkeit bei der Auswertung der Luftbilder von 1959. Auffallend ist, daß die mittleren Höhenfehler m_h beider Höhenschichtenpläne im Flachgelände über 1/2 m betragen.



5. Ermittlung der Streuungsfunktion σ (s) für beide Höhenlinienpläne

Für die Ermittlung des Rauminhaltes von Erdmassen genügt die Angabe des mittleren Höhenfehlers m_h nach KOPPE nicht, da bei der Massenberechnung von den gemessenen Höhen auch noch andere Größen abgeleitet werden. Aus m_h allein kann man nicht die Genauigkeit der berechneten Massen angeben, da ja nicht nur die Größe des mittleren Höhenfehlers maßgebend ist, sondern auch die Korrelation der Höhenfehler in benachbarten Punkten. Zu diesem Zweck muß die Streuungsfunktion σ (s) aufgestellt werden, die eine Funktion der Entfernung s zweier benachbarter Punkte P und Q ist. Man geht aus von einer Anzahl n von Punktepaaren P_iQ_i, bei denen die Entfernung s = P_iQ_i stets dieselbe ist; die Punktepaare sind gleichmäßig verteilt; ihre Orientierungen sind verschieden. Ermittelt werden zunächst die wahren Fehler ε_i und ε_i' in den Punkten P_i und Q_i und die Streuungsfunktion σ (s).

Karte 4: Verteilung der Kontrollpunkte im Wimbach-Gries, die zur Berechnung der mittleren Höhen- und Lagefehler dienten.



Folgender Rechnungsgang ist nach H.MORITZ (1964, S. 453 ff) erforderlich:

a) Bestimmung der wahren Fehler $\varepsilon = H - h$ = Soll - Ist;

b) sind ε_i und ε_i' die wahren Fehler in den Punkten P_i und Q_i, dann ist

$$m_h^{*2} = \sigma(0) = \frac{[\varepsilon\varepsilon] + [\varepsilon'\varepsilon']}{2n} \quad \text{mittl. Höhenfehler}$$

$$\sigma(s) = \frac{[\varepsilon\varepsilon']}{n} \quad \text{Streuungsfunktion}$$

n = Anzahl der Punktepaare

s = P_iQ_i = Distanzen zwischen den einzelnen Punktepaaren

Tabelle 1: Streuungsfunktion σ (s) und mittl. Höhenfehler m_h^*

Aufnahmejahr	m_h^{*2} [m^2]	m_h^* [m]	σ (s) [m^2]
1897	0,71	0,84	0,67
1959	0,42	0,65	0,38

Der Korrelationskoeffizient $r_{PQ} = \frac{\sigma(s)}{m_h^{*2}}$ der Höhenfehler in den Punkten P_i und Q_i gibt Auskunft darüber, wie groß die Einwirkung eines Höhenfehlers auf das zu berechnende Volumen ist. Nach H.MORITZ (S. 453, 1964) bedeutet " r_{PQ} = o statistische Unabhängigkeit, r_{PQ} = + 1 oder - 1 maximale Abhängigkeit". Im vorliegenden Falle ist der mittl. Koeffizient r_{PQ} = 0,9, d.h., daß das zu errechnende Volumen weitgehend von den Höhenfehlern beeinflußt und somit ungenau sein wird. Der mittlere Höhenfehler ist $m_h^* = \pm$ 0,70 m. Vergleicht man ihn mit der aus den Höhenlinienkarten ermittelten mittl. Höhenänderung m_{dh} = + 0,80 m, so wird ersichtlich, daß verläßliche Aussagen über die eingetretenen Massenumlagerungen nicht gemacht werden können.

6. Die Höhenbezugspegel beider Höhenschichtenpläne

Beide Karten haben den gleichen Höhenbezugshorizont: den Amsterdamer Pegel. Von 1895 an wurden auch in Bayern nach Abschluß des bayerischen Präzisionsnivellements die Höhen über Normal-Null als sogenannte "vorläufige Höhen ü.NN" eingeführt. Sie beziehen sich auf den Normalhöhenpunkt von 1879 an der Berliner Sternwarte. Diese Höhen über Normal-Null in Bayern sind normal-orthometrische Höhen. In Nord-Deutschland wurde 1912 ein neuer Normalhöhenpunkt in Hoppegarten und damit ein neues deutsches Haupthöhennetz geschaffen. Ausgangswert dafür war der Höhenpunkt von 1879. Im Jahre 1948 wurde dann auch in Bayern der Anschluß geschaffen und es entstanden die "Höhen über NN im neuen System". Auch sie sind normal-orthometrische Höhen über dem Nullpunkt des Amsterdamer Pegels. In den Mitteilungen des Bayerischen Landesvermessungsamtes (H. 9, S. 7 f) wird festgestellt: "Für die Geländedarstellung in sämtlichen topographischen Karten sowie in der Höhenflurkarte ist der Unterschied zwischen vorläufigem und endgültigem System belanglos."

Aus diesen Angaben geht hervor, daß keine Korrektionen notwendig sind; sie wären erforderlich geworden, falls verschiedene Höhenbezugspegel vorgelegen hätten.

7. Meßergebnisse der durchgeführten Flächenmessungen

Ermittelt wurden einzelne Schuttablagerungen, auf denen im Beobachtungszeitraum 1897 - 1959 Massenumlagerungen stattfanden. Diese Schuttablagerungen sind in der nebenstehenden Karte 5, S. 17, mit F_1, F_2 ... F_{19} gekennzeichnet und schraffiert dargestellt, so daß in der folgenden Tabelle 2 (S. 18) nur noch die Größen der überlagerten Flächen aufgeführt werden.

Karte 5: Übersicht der ausgeschiedenen Meßflächen F_1 bis F_{19}

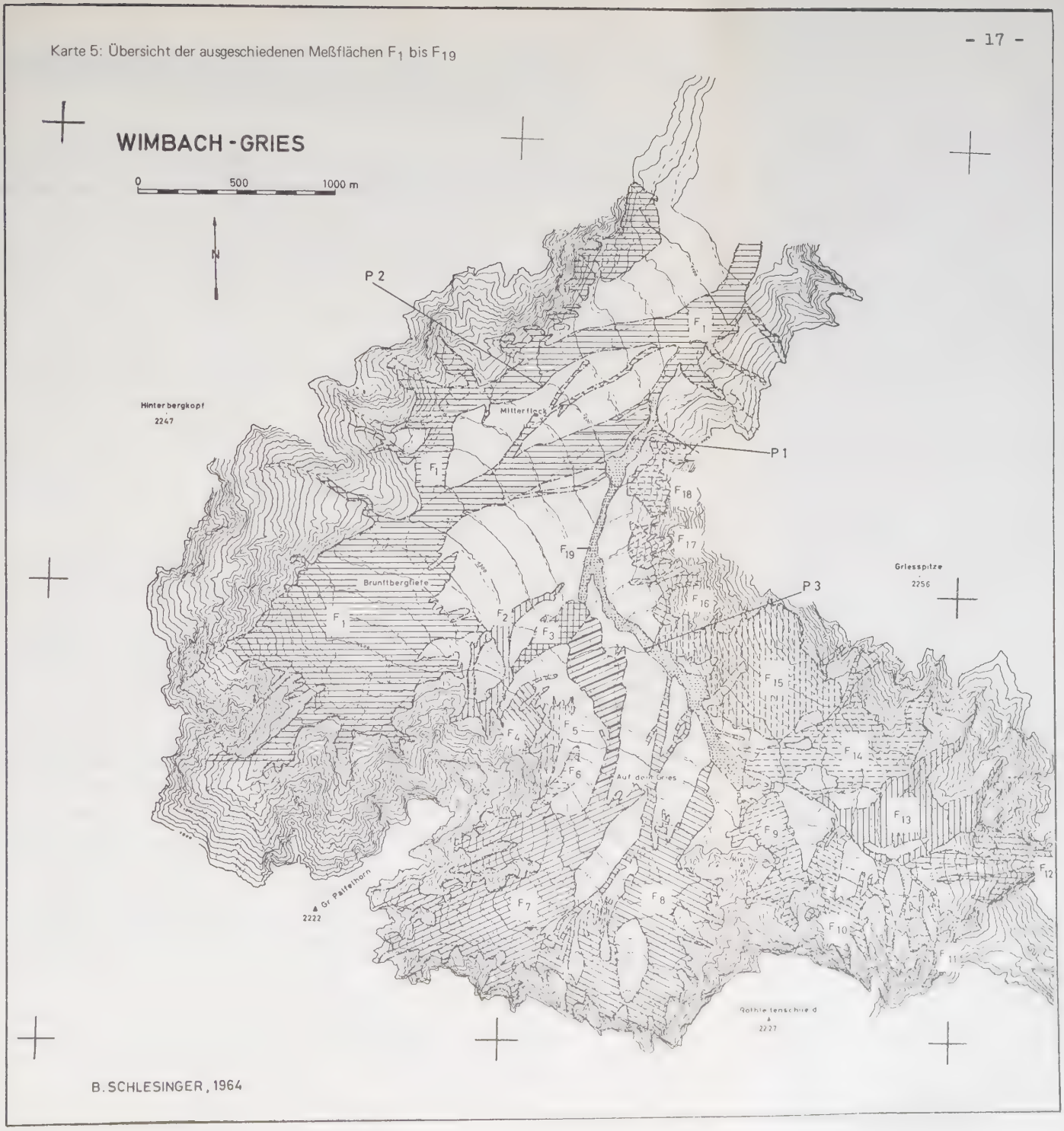


Tabelle 2: Verzeichnis der Schuttflächen mit Massenumlagerungen im Beobachtungszeitraum 1897 - 1959

Schuttablagerung Nr.	Überlagerte Fläche [km^2]	Schuttablagerung Nr.	Überlagerte Fläche [km^2]
F_1	1,252	F_{11}	0,083
F_2	0,067	F_{12}	0,045
F_3	0,055	F_{13}	0,226
F_4	0,041	F_{14}	0,685
F_5	0,045	F_{15}	0,350
F_6	0,025	F_{16}	0,018
F_7	0,589	F_{17}	0,032
F_8	0,433	F_{18}	0,049
F_9	0,134	F_{19}	0,173
F_{10}	0,125		

Bei dem Versuch, die Höhenschichtpläne von 1897 und von 1959 miteinander zu vergleichen, und auf diese Weise Angaben über die Höhenänderungen der Schuttablagerungen im Wimbachgries machen zu können, erbrachten die angewandten Methoden kein befriedigendes Ergebnis. Die Höhenänderungen wurden nach der von R.FINSTERWALDER (1953, S. 204 f) entwickelten Methode gemessen, wonach die Höhenänderungen durch Integration entlang der Höhenlinien für jede Höhenzone gewonnen werden. Die ermittelten Höhenunterschiede bei dem Vergleich der vorliegenden Höhenschichtpläne sind jedoch kleiner oder doch nicht wesentlich größer als die mittleren Höhenfehler der beiden Höhenschichtenpläne, so daß verläßliche Aussagen über die eingetretenen Massenumlagerungen auf diesem Wege nicht möglich sind. Auf eine umfassende quantitative Bestimmung der Massenumlagerungen muß daher verzichtet werden.

B. Veränderungen im Verhältnis von bewachsenen zu unbewachsenen Schuttablagerungen im Vergleichszeitraum 1897 - 1959

Zur Ermittlung dieses Verhältnisses wurden die beiden Karten von 1897 und von 1959 verglichen. Auf diese Weise entstand die beiliegende Karte 6 (Anhang), Maßstab ca. 1 : 20 000, aus deren Original, Maßstab 1 : 10 000 folgende Werte ermittelt wurden:

a) Fläche $F_a = F_{1, 2 \ldots n}$ der vegetationslosen Areale im Jahre 1897: 3,916 km^2;

b) Fläche $F_b = F_{1, 2 \ldots n}$ der vegetationslosen Areale im Jahre 1959: 4,712 km^2;

c) Zuwachs der unbewachsenen Schuttflächen seit 1897: $dF = 0{,}796\ km^2$;

d) Fläche $F_c = F_{1, 2 \ldots n}$, die schon 1897 und noch 1959 vegetationslos waren: 2,947 km^2;

e) Fläche $d = F_{1, 2 \ldots n}$, die 1897 unbewachsen waren, inzwischen jedoch bewachsen wurden: 0,189 km^2.

Bei den Flächen F_d handelt es sich um einen aufgefüllten Hauptgraben am "Mitterfleck" von 0,153 km^2 Größe und um eine Schuttablagerung auf einer 0,036 km^2 großen Fläche unterhalb der "Kirche". Diese beiden Flächen sind außerdem durch das 1. und 2. Sukzessionsstadium der Vegetation gekennzeichnet (vgl. S. 45 f).

Die Fläche F_c entspricht ihrer Größe nach zwar nur zu 63 % der Fläche F_b und zu 75 % der Fläche F_a; trotzdem kann gesagt werden, daß seit 1897 die Massenverlagerungen zum größten Teil auf denselben Schuttbahnen verlaufen sind. Diese Tatsache ist auch aus der beiliegenden Karte eindeutig ersichtlich.

Alle bewachsenen Flächen zusammen nehmen eine Gesamtfläche von 2,735 km^2 ein; das sind 36,7 % der gesamten Griesfläche, welche 7,437 km^2 groß ist. Die restlichen 63,3 % = 4,712 km^2 der Griesfläche sind vegetationslose Schuttablagerungen.

Die unbewachsenen Schuttablagerungen wurden nach ihrer Größe ausgemessen; die seit 1897 auf ihnen stattgefundene Massenumlagerung konnte aus den auf Seite 18 angegebenen Gründen nicht ermittelt werden. Die Zunahme der nichtbewachsenen Schuttablagerungen im Wimbach-Gries um ca. 1/5 der Summe der vegetationslosen Areale von 1897 ist haupt-

sächlich die Arbeit von Starkregen und von mehrere Tage anhaltenden Dauerregen. Zwar ist die Gesamtmenge der jährlichen Niederschläge mit 2 500 mm sehr groß, aber die Arbeit des fließenden Wassers hängt weniger von der jährlichen Niederschlagsmenge ab, als vor allem von der jeweiligen Stärke der Einzelniederschläge. Ein in kurzer Zeit fallender Starkregen vermag mehr zu leisten als normaler Niederschlag in mehreren Jahren. Da im Wimbach-Gries nur während Starkregen Wasser oberflächlich abfließt, ist der hauptsächliche Massentransport auf die Zeiten ihres Vorkommens, nämlich im Juni, Juli und August, beschränkt. Schuttbewegungen während der Schneeschmelze finden nur statt, wenn die Schneeschmelze sehr rasch vor sich geht (s. Kap. III C, S. 22).

Die Vernichtung der Vegetationsdecke erfolgt auf zweierlei Weise:

a) durch Schuttauflagerung,

b) durch Bildung bzw. Erweiterung von Spülrinnen während starker Regengüsse.

Die bei der Schuttauflagerung entstandenen Ablagerungsformen kann man im Gries in zwei Typen aufteilen:

a) in die Sturzkegel, die durch Sturzbewegungen der Gesteinsfragmente von den Wänden herab entstanden sind;

b) in die Murkegel, die sich durch Murschübe gebildet haben.

Die Sturzkegel, die hier durchschnittlich eine Neigung von 35° aufweisen und an deren unterem Saum grobblockiges Material abgelagert wird, weil die Bewegungsenergie proportional der Größe des stürzenden Gesteinsfragmentes ist, verursachen Überlagerungen, deren Fläche im Gries in jedem Einzelfall den Grenzwert 400 m^2 nicht überschreitet.

Die Murschübe dagegen bewirken eine oft mehrere Meter dicke, durchschnittlich 8° - 10° geneigte und bis zu 1 000 m^2 große Überlagerung pro Murschub.

Zeugen dieser Überlagerungen sind einmal die im Laufe der Zeit tief eingeschotterten und zum größten Teil abgestorbenen Bergspirken- und Latschenbestände und zum anderen die in den Schutt eingelagerten Humusschichten.

Spülrinnen werden bei Starkregen nur teilweise neu angelegt; mei-

stens werden die vorhandenen erweitert. Die hier im Gries ausgemessenen Rinnen sind bis zu 5 m tief und maximal 120 m breit. Schießt bei einem Starkregen das Wasser in einer solchen Rinne talwärts, so stellt sich unter dem Einfluß der Wandreibung eine Geschwindigkeitsverteilung ein, die von den Wandungen zum Mittelpunkt des Strömungsquerschnittes hin größer wird. Durch die Bodenreibung wiederum werden die raschesten Teilchen der Wassermassen infolge der entstandenen Zirkulationsbewegung zu den Seiten getrieben. Die dabei entstehende Reibung an den Gerinnewandungen reißt den verhältnismäßig locker gelagerten Schutt mit; die unterhöhlte Vegetationsdecke bricht unter ihrem eigenen Gewicht ab und wird talwärts geschwemmt. Man kann den Augenzeugenbericht von H.SCHERZER (1927, S. 162) von einem über dem Gries stattgefundenem Unwetter zitieren: "Ganze Rasenschollen und auf ihnen schief gestellte Lärchen und Fichten schwimmen die Böschungen herab in den Geröllschutt des Talbodens, aus dem hier und dort schon halb begraben ein nacktes rindenentblößtes Baumgerippe ragt."

Durch Schuttüberlagerung und durch Rinnenerweiterung bzw. -neubildung sind zum Beispiel auch seit 1880 die Weideflächen um die ehemalige Griesalpe, die heutige Touristenunterkunftshütte, dermaßen stark verschlechtert, daß ein Viehauftrieb nicht mehr lohnend ist. Um 1880 waren die Weideverhältnisse dort so gut, daß man zeitweise über 1 000 Schafe in das Wimbachtal trieb (L.KOEGEL, 1938, S. 108). Hier wird wohl auch durch die Überweidung und das Herumklettern der Schafe die schützende und bodenfestigende, allerdings sehr dünne, Rasendecke stark aufgelockert und somit für die Spüldenudation Vorarbeit geleistet worden sein.

Ein weiteres zu Weidezwecken abgeholztes Gebiet ist eine ca. 10 000 m^2 große Fläche im "Mitterfleck". Sie wurde seit 1897 um nahezu 3 000 m^2 durch Schuttüberlagerung verringert, da man die randlichen, schützenden Baumreihen, die den Schutt zum größten Teil gestaut hätten, auch abholzte. Es konnte sich in den letzten 60 Jahren hier eine etwa 30 cm dicke Schuttauflage bilden.

Diese beiden Beispiele zeigen, zu welchen Veränderungen im Gries in kurzer Zeit ein gedankenloses menschliches Handeln führen kann.

C. Besonderheiten der Lockermassenbewegung im Wimbach-Gries

Die hauptsächlichen Bewegungen von Lockermassen erfolgen im Wimbach-Gries offensichtlich bei Sommergewittern mit ergiebigen Niederschlägen. In kleinen Stürzen von Einzelfragmenten wird der Schutt durch die Steinschlagrinnen von den Wänden angeliefert. Er lagert sich am Ausgang dieser Rinnen ab, wobei die Ablagerungen Böschungswinkel bis zu 36° haben. Die größten Rinnen, durch die auch der meiste Schutt angeliefert wird, haben Namen erhalten. Diese sind: (Karte 7, S. 73) der "Loferer Seilergraben" und der "Sigeretkopf-Graben", beide westlich der "Palfel-Hörner"; durch sie wird der Schutt in das "Haupttal" geliefert, wo er sich dann in der "Brunftbergtiefe" und auf dem "Mitterfleck" vorübergehend ablagert. Zwischen den "Palfel-Hörnern" und der "Kirche" ist als Hauptgraben der "Leoganger Seilergraben" zu nennen; im Talabschnitt unterhalb des "Trischübel" wird Lockermaterial vom Watzmannmassiv herab durch den "Schönfeldgraben" transportiert. Neben diesen Hauptrinnen, die 30 - 40 m breit sind, gibt es noch unzählige mittlere und kleinere Steinschlagrinnen - vor allem an den "Palfel-Hörnern" und der "Griesspitze" - die dem Schutt als Transportwege von den Wänden herab dienen.

Bei Stark- und Dauerregen wird dieser Schutt von den Wassermassen, die durch die Rinnen herabstürzen, in kurzer Zeit durchtränkt; die innere Reibung der Schuttablagerung wird überwunden und ein Teil des Schuttes wird als Murschub talabwärts transportiert bis die Mure auf eine flachere Böschung des Schwemmkegels aufrutscht, wo die innere und die Bodenreibung die Mure abbremsen und zum Stillstand bringen. Unregelmäßige Schuttwülste bleiben zurück, die hier eine durchschnittliche Länge von 400 m haben bei einer Geländeneigung von 8° - 10°. Erneute Unwetter mit erheblichen Niederschlägen verlagern den Schutt wieder ein Stück talwärts, denn die Ursache der Schuttbewegung im Gries ist nicht bedingt durch ein Gerinne mit dauernder Wasserführung. Das Wasser, das an einigen Stellen von den Hängen herabstürzt, versickert gleich im Schutt und fließt unter der Schuttdecke talab. Erst bei 800 m ü. NN tritt es zutage.

Wie aus Karte 5, S. 17 und Beilage zu ersehen ist, vereinigen sich die vielen Schutteinzelströme zu größeren Schuttströmen und diese

wiederum bilden im "Haupttal" bei ca. 1100 m ü. NN einen einzigen großen Schuttkörper. Von 1100 m ü. NN an wird der Schutt auf diesem durchschnittlich 40 m breiten Schuttkörper bis etwa 800 m ü. NN talwärts transportiert. Bis hier hin findet die Schuttbewegung stoßweise, an Stark- und Dauerregen gebunden, statt. Bei 800 m ü. NN tritt der Wimbach unter der hier 2 m dick auflagernden Schuttdecke zutage und versucht nun ununterbrochen, den anfallenden Schutt in das Tal weiterzutransportieren.

Neben diesen stark ins Auge fallenden und große Verwüstungen verursachenden Massenverlagerungen sind die Massenbewegungen zu erwähnen, die in schmalen, 3 - 5 m breiten, bis zu 30 cm dicken Schuttstreifen zu beobachten sind. Sie sind 230 - 370 m lang und bewegen sich hauptsächlich in Richtung des größten Gefälles. Diese Schuttstreifen heben sich durch ihre helle Färbung und durch die gröberen Korngrößen von den sie umgebenden Schuttmassen gut ab. Beobachtet wurde während der Zeit September 1962 - November 1964. Die Bewegungen der Schuttstreifen wurden an drei Stellen näher untersucht:

Schuttstreifen I:
Er befindet sich auf dem 100 m breiten Schuttkörper, der sich an der nordwestlichen Flanke des "Mitterfleck" entlang entwickelt hat. Der Schuttstreifen beginnt bei 1180 m ü. NN; sein Abstand zu der hier 2 m hohen Böschung des "Mitterfleck" beträgt 43 m, seine Länge 230 m.

Schuttstreifen II:
Er hat sich auf dem Schuttkegel oberhalb der "Brunftbergtiefe", also auf der nordwestlichen Seite der "Palfel-Hörner" gebildet. Er beginnt bei 1380 m ü. NN und ist 300 m lang.

Schuttstreifen III:
Er entwickelte sich in 1500 m ü. NN in dem Talabschnitt "Hundstod" dicht unterhalb der "Kirche" und hat eine Länge von 370 m.

Die drei Schuttstreifen sind in der Karte 7, S. 73 mit X_I, X_{II}, X_{III} bezeichnet. Die Stirn eines jeden Schuttstreifens wurde von einem fest verankerten Holzpfahl aus eingemessen. Die Nachmessungen ergaben folgende Vorrückbeträge:

1) für die Zeit Mai - Oktober:
   a) Schuttstreifen I: 25 m bei 7° Geländeneigung;
   b) Schuttstreifen II: 32 m bei 9° Geländeneigung;
   c) Schuttstreifen III: 36 m bei 10° Geländeneigung;

2) für die Zeit November - März:
   a) Schuttstreifen I: 3,50 m;
   b) Schuttstreifen II: 4,20 m;
   c) Schuttstreifen III: 4,50 m.

Aus diesen Meßergebnissen ist zu entnehmen, daß die Schuttstreifen in den Sommermonaten die größten Vorrückbeträge erreichen, während in den Wintermonaten die Vorrückbeträge nur den 7. bzw. 8. Teil der sommerlichen Vorrückbeträge ausmachen. Die Ausbildung solcher Schuttstreifen ist demnach an fließendes Wasser gebunden. Da aber während der Zeit Mai - Oktober im Wimbach-Gries nur während Starkregen Wasser oberflächlich abfließt, ist die Erscheinungsform dieser Schuttbewegung an solche Niederschläge gebunden. Außerdem wird die Abhängigkeit der Größe des erreichten Vorrückbetrages vom Gefälle ersichtlich.

Starkregen bewirken - wie schon erwähnt - im Wimbach-Gries die nennenswerten Massenverlagerungen. Ein derartiges Unwetter war zum Beispiel am 23.7.1963. Nach einem geringen Vorregen setzte plötzlich mit ungeheurer Heftigkeit der Hauptregen von fast 20 Minuten Dauer ein, der dann in einen Dauerregen überging. Der Schreibpegel des Wimbach zeigte 310 cm Abflußhöhe an für die Zeit von 18.30 - 20.00 Uhr. Das Mittelwasser liegt bei 53 cm. Der Niederschlag in diesen ca. 100 Minuten betrug 81 mm. Die Verwüstungen durch niedergegangene Schuttmuren waren verheerend. So war in der Ausgabe vom 25.7.1963 des BERCHTESGADENER ANZEIGER unter der Schlagzeile "Unwetter über Wimbachtal" zu lesen: "An der Ostseite des Hochkalterstocks ging vorgestern abends ein starker Wolkenbruch nieder, wobei das Wimbachtal das Sammelbecken für den Großteil der Wassermassen war. ... Ohne die Bohlenbauten wäre der Weg zum Wimbachschloß wohl restlos zerstört worden." Es wird dann noch beschrieben, wie entwurzelte Bäume talwärts gespült wurden und große Verwüstungen verursachten.

Durch Messungen konnten jedoch genauere Angaben gewonnen werden. Ausgemessen wurde eine Mure, die ihren Ursprung im "Loferer Sei-

lergraben" hatte. Die in dieser Schuttrinne angesammelten Schuttmassen rutschten nach ihrer völligen Durchtränkung bei einer Hangneigung von 15 % talwärts und kamen auf dem durch viele Einzelmuren gebildeten großen Murschwemmkegel unterhalb dieses Grabens zum Stehen. Da die Mure auf dem Scheitel dieses Kegels auflief, teilte sie sich in zwei Schuttströme von 300 m bzw. 400 m Länge. Bewegt wurden dabei Gesteinsbrocken mit einem Durchmesser von einigen Zentimetern bis zu Blöcken von 3 - 4 m^3 Volumen. Insgesamt wurden dort etwa 25 000 m^3 Gesteinsmassen bewegt.
Eine weitere Schuttmure konnte noch genauer ausgemessen werden, da sie sich auf eine geschlossene Vegetationsdecke unterhalb des "Kleinen Palfelhorns" auflagerte. Diese Mure stammte aus einer Rinne an der NE-Seite des "Kleinen Palfelhorns". Die Schuttmassen lagerten in ca. 1500 m ü. NN, die Mure blieb bei 1400 m ü.NN stehen. Dieser Schuttkörper hat eine Länge von 400 m, seine Scheitelhöhe ist 2 m, seine Breite beträgt 25 m, so daß sich ein Volumen von ca. 10 000 m^3 bewegter Schuttmassen errechnen läßt.

Im Talabschnitt unterhalb des "Trischübel" konnten sechs Schuttkegel ausgemessen werden, die am unteren Ende von Steinschlagrinnen an den Hängen des "Zirbeneck" und der "Griesspitze" aufgeschüttet wurden (Bild 9). Günstig für diese Messungen war, daß im Oktober 1963, also drei Monate nach dem oben beschriebenen Unwetter, Luftaufnahmen von dem südöstlichen Talabschnitt aufgenommen wurden; es sind leider nur Schrägaufnahmen und von einer ungünstigen Position. Bei diesen Messungen ergab sich für die sechs Schuttkegel ein durchschnittlicher Massenzuwachs je eines Schuttkegels um rd. 800 m^3 Schutt bei einer Flächenbedeckung eines Kegels von 0,26 ha.

Auch in den großen Gräben, die sich in die Schuttablagerungen des Talabschnitts "Hundstod" eingeschnitten haben, konnten größere Veränderungen beobachtet werden. Es bildeten sich durch seitliche Erosion stellenweise Ausbuchtungen bis zu 20 m auf einer Längserstreckung von 60 - 70 m.

Besonders ist die Vernichtungskraft des fließenden Wassers zur Zeit dieses Unwetters in dem Verlängerungsgraben des "Leoganger Seilergrabens" zu erwähnen. In ihm befand sich vor dem Unwetter bei ca. 1340 m ü.NN eine ellipsenförmige, bewachsene Schuttinsel mit einer Längsachse von 60 m und einer Breitachse von 20 m. Diese Schuttinsel von ungefähr 30 000 m^3 Volumen war nach dem Unwetter völlig abgetragen.

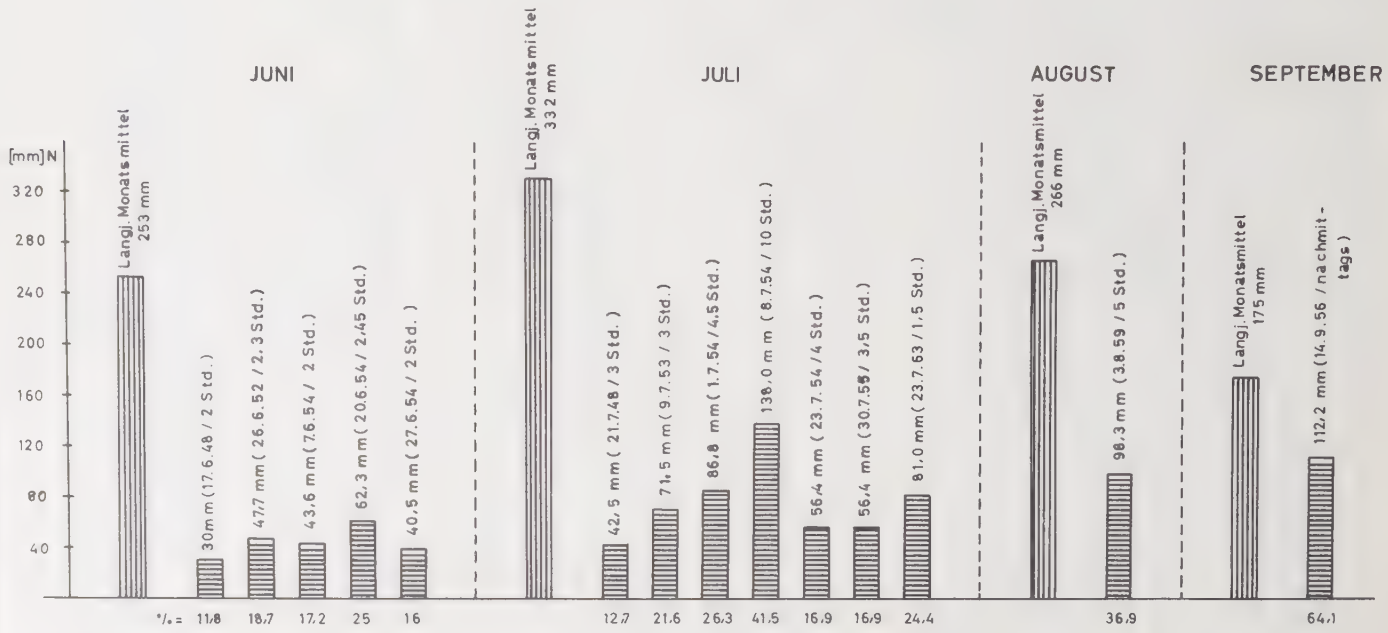
Diese Beispiele lassen die ungeheure Vernichtungskraft der wolkenbruchartigen Niederschläge, das Ausmaß der Massenverlagerungen und die dadurch bedingten Veränderungen im Wimbach-Gries ahnen.

In dem Diagramm (Abb. 3, S. 27) sind die Unwetter mit mehr als 30 mm Niederschlag, die seit 1948 im Wimbach-Gries niedergingen, im Vergleich zum langjährigen Monatsmittel graphisch dargestellt. Hinter der Niederschlagsmenge in mm sind das Datum und die Zeitdauer des Unwetters angegeben. Die Meßwerte stammen von der Niederschlagsmeßstation Wimbachgrieshütte, die leider inzwischen mit einem Monatstotalisator versehen wurde. Aus dem Diagramm ist zu entnehmen, daß der Anteil der Niederschlagsmengen solcher Unwetter am Monatsmittel von einigen Stunden Dauer von 12 % bis zu 41 % schwankt. Extrem ist der Wert vom 14.6.1956 mit 64 % Anteil der Niederschlagsmenge von einem Nachmittag an dem Monatsmittel. Von diesem relativ hohen Anteil am langjährigen Monatsmittel lassen sich kurze, durchgreifende Schuttdurchtränkungen und dadurch bedingte Murschübe an wenigen Tagen im Jahr ableiten. Weiter ist aus dem Diagramm zu entnehmen, daß Niederschläge mit mehr als 30 mm Ergiebigkeit hauptsächlich in den Monaten Juni, Juli und weniger im August oder September niedergehen. Außerdem kann angegeben werden, daß alle diese Unwetter während ein paar Stunden und am Nachmittag eintraten. Sie sind also die Folge starker Sommergewitter. Wie ich selbst erlebt habe (s. o.a. Beispiel) und nach Aussagen des Jagdaufsehers und des Hüttenwirtes bewirken diese kurzen, intensiven Schichtfluten verheerende Massenverlagerungen und Verwüstungen im Wimbach-Gries. Da bei Gewittern die Regendichte und -ergiebigkeit stark schwanken, ist die Ausbildung einer wechselnden Wasserführung und damit einer großen Augenblicksleistung in der Schuttbewegung gegeben. Es sollen gelegentlich sogar Gemsen in den Schuttmuren gefunden worden sein. Zur Zeit der Schafhaltung rissen die Muren empfindliche Lükken in die Bestände der weidenden Schafe. Die Massenverlagerungen während der Schneeschmelze bei normal abtauender Schneedecke können vergleichsweise nur sehr gering sein, wenn man bedenkt, daß außer den im Diagramm (S. 27) wiedergegebenen Starkregen noch an weiteren 15 Tagen in jedem Jahr, die alle in den Sommermonaten liegen, mindestens 20 mm Niederschlag fallen.

Solifluktion durch Gefrieren spielt bei der Schuttumlagerung im Wimbach-Gries keine nennenswerte Rolle. Es herrschen hier mitt-

Abb. 3: UNWETTERNIEDERSCHLÄGE IM VERGLEICH ZUM LANGJÄHRIGEN MONATSMITTEL IM WIMBACHGRIES

ZEITRAUM 1948 - 1963



lere Temperaturen in der Zeit Mai - Oktober: + 7,0° und November - April: - 3,1° (gemessen in 1914 m ü.NN; - mittl. Höhenlage des Wimbach-Gries: 1340 m ü.NN). Grabungen im Januar in ca. 1100 m bis 1400 m ü.NN an verschiedenen Stellen der Griesfläche ergaben, daß bei geringer Schneedecke (15 cm) nur bis in ca. 10 cm Bodentiefe Eisbildungen (gefrorenes Schmelzwasser) vorhanden waren. Da aber durchschnittlich eine 80 cm (meistens über 1 m) dicke Schneedecke während der Wintermonate im Wimbachtal lagert und die Anzahl der Eistage sehr gering ist (s. S. 7), kann der Frost nicht tief in den Boden eindringen. Beim Auftauen der Schneedecke versickert das Schmelzwasser in dem locker gelagerten Schutt. Die Schuttbewegungen während der Schneeschmelze sind sehr gering (vgl. S. 23 f). Es konnte nachgewiesen werden, daß die Massenumlagerungen im Wimbach-Gries im wesentlichen an Starkregen gebunden sind (s. S. 22 f).

IV. Der fluviale Abtrag durch den Wimbach

A. Grundüberlegung

1. Vorbemerkung

Der Wimbach, der das Tal oberirdisch entwässert, tritt bei 800 m ü.NN aus dem Schutt. Oberhalb dieser Höhenkote versickert er im Schutt. Seine augenblickliche oberirdische Länge vom Austritt aus dem Schutt bis zur Einmündung in die Ramsauer Ache beträgt 2,95 km. Das Einzugsgebiet ist bis zum Pegel an der Wimbachbrücke 26,62 km^2 groß; der mittlere Abfluß abzüglich der Schüttung der Blaueisquelle beträgt $Q = 1,65\ m^3/s$.

Zur Berechnung des fluvialen Abtrags wurden der Gerölltrieb, die Suspensions- und die Lösungsfracht bestimmt.[1] Die Proben wurden aus der Flußstrecke, die zwischen den Höhenkoten 760 - 740 m ü.NN liegt und ca. 250 m lang ist, entnommen.

---

1) Diese Untersuchungen wurden nach entsprechender Einführung an der Landesstelle für Gewässerkunde München und an der Militärgeograph. Dienststelle des WBK VI, München, von mir durchgeführt.

2. Die Formel zur Berechnung des Gerölltriebs

Als Gerölltrieb ist das vom Wasser transportierte Feststoffgewicht in Kilogramm oder Tonnen pro Meter Sohlenbreite und Sekunde definiert und im Gegensatz zum Schwebstoff das auf der Flußsohle gleitende, rollende oder springende Lockermaterial.

Die Berechnung des Gerölltriebs, im Wasserbau spricht man von Geschiebe, führte ich nach der von E.MEYER-PETER (1949, 1963) entwickelten Formel für einen natürlichen Flußquerschnitt durch. Die Voraussetzungen für die Anwendung dieser Formel sind:

a) in der betrachteten Musterstrecke (100 m) muß Normalabfluß herrschen, d.h. der Wasserspiegel ist parallel zur ausgeglichenen Sohle und zur Energielinie;
b) das Geröll muß eine konstante Beschaffenheit, Korngröße und Granulometrie haben;
c) es müssen "Auslastungsstrecken" sein, d.h. Strecken, auf denen immer genügend Geröll vorhanden ist (K.HORMANN, 1964, S. 56).

Die Anwendung der "Geschiebetriebsformel" ist strenggenommen auf ein prismatisches Gerinne beschränkt. Diese Eigenschaft ist allerdings in der Natur selten gegeben. Die 30-jährige Erfahrung hat jedoch gelehrt, "daß das tatsächliche Relief der Flußsohle durch das sogenannte 'maßgebende Querprofil' ersetzt werden kann." (E.MEYER-PETER, 1963, S. 24) Dieses 'maßgebende Querprofil' ist jedoch die hypsographische Kurve der Sohlenkonfiguration. Zur Aufstellung der hypsographischen Kurve werden die Breiten der Querprofile abgemessen und gemittelt in parallelen Ebenen zur ausgeglichenen Sohle gezeichnet. Daraus erhält man die Breite B_z des 'maßgebenden Querprofils' im Abstand z von der ausgeglichenen Sohle nach

$$B_m = \frac{\text{Summe aller Querprofilbreiten} \cdot \text{Abstand zw. 2 Querprofilen}}{\text{Summe aller Abstände zwischen 2 Querprofilen}}$$

Da die Wassertiefe bzw. die Schleppspannung im Querschnitt nicht konstant ist, aber berücksichtigt werden muß, teilt man ihn nach der Streifenmethode in trapezförmige Streifen auf. Findet der Gerölltrieb nicht auf der ganzen Bettbreite statt, so muß man noch zusätzlich die Grenzbreite, auf der Gerölltrieb herrscht, bestimmen. Außerdem muß die Grenztiefe ermittelt werden. Dann können für jede Wassertiefe die dazugehörigen Geröllmengen bestimmt werden. Durch die Ermittlung der Grenztiefe wird die Tatsache berücksich-

tigt, daß mit wechselnder Abflußmenge der Gerölltrieb stark wechselt.

Den Gerölltrieb erhält man also

a) über die hydraulische Auswertung der Abflußmengen;
b) über die "Geschiebetriebfunktion".

a) Hydraulische Auswertung der Abflußmessungen

Diese Auswertung dient zur Ermittlung der Werte $F\sqrt{t_m}$ und $c\sqrt{J}$, die wiederum notwendig sind zur Berechnung der durch Messungen nicht erfaßten Abflüsse. Außerdem müssen aus dem gegebenen Abflußquerschnitt die zu den jeweiligen Pegelständen zugehörigen b_o- und F-Werte berechnet werden. Aus der Beziehung

$$Q = F\sqrt{t_m} \cdot c\sqrt{J}$$

werden die fehlenden Abflüsse ermittelt.

Es bedeuten:

Q = Abfluß in m^3/s
F = Abflußquerschnitt in m^2
b_o = Wasserspiegelbreite in m
t_m = mittl. Wassertiefe in m, die weitgehend dem hydraulischen Radius R_s entspricht
v_m = mittl. Fließgeschwindigkeit in m/s
J = Energieliniengefälle
c = Geschwindigkeitsbeiwert in $m^{1/2}/s$
m = Meter
s = Sekunde

b) Berechnung der "Geschiebetriebfunktion" und des Gerölltriebs

Nach E.MEYER-PETER (1963, S. 20) gilt:

$$\gamma_w \cdot \left(\frac{k_s}{k_r}\right)^{3/2} \cdot R_s \cdot J = 0{,}047 \cdot \gamma_s'' \cdot d_m + 0.25 \left(\frac{\gamma_w}{g}\right)^{1/3} \cdot g_s''^{\,2/3}$$

Es bedeuten: Dimensionen

g_s'' = Geschiebetrieb pro m Profilbreite und Sekunde unter Wasser gewogen — t/m · s

			Dimensionen
k_s	=	Rauhigkeitsquotient, bezogen auf den Querschnitt F_s, durch welchen die für den Gerölltrieb wirksame Teilwassermenge Q_s fließt, umfassend Reibungskräfte sowie Formwiderstände	$m^{1/3}/s$
k_r	=	Rauhigkeitsquotient der Flußsohle, ein Maß für die Reibungskraft allein, die von der Korngröße des Gerölls abhängig ist. Aufgrund spezieller Versuche gilt: $k_r = \frac{26}{\sqrt[6]{d_{90}}}$, wobei d_{90} die Geröllkorngröße bei 90 % der Kornverteilungskurve bedeutet.	$m^{1/3}/s$
R_s	=	Hydraulischer Radius, bezogen auf den Querschnitt F_s, durch welchen die Teilwassermenge Q_s fließt.	m
J	=	Gefälle der Energielinie bei Normalabfluß	
γ_w	=	Spezifisches Gewicht des Wassers	t/m^3
γ_s	=	Spezifisches Gewicht des Gerölls, trocken gewogen	t/m^3
γ_s''	=	Spezifisches Gewicht des Gerölls, unter Wasser gewogen $(\gamma_s'' = \gamma_s - \gamma_w)$	t/m^3
d_m	=	maßgebender Korndurchmesser	m
g	=	Gravitationskonstante	m/s^2

Eine entsprechende Umformung ergibt:

a) Gerölltrieb: $g_s'' = 25(\tau - \tau_0)^{3/2}$

b) Schleppspannung: $\tau = \gamma_w \cdot t_m \cdot J$

c) Grenzschleppspannung: $\tau_0 = 0.047(\gamma_s - \gamma_w)d_m$

B. Berechnung des Gerölltriebs

Nach diesen Grundüberlegungen werden nun in den Tabellen 3 und 4 (S. 32/33) die entsprechenden Berechnungen durchgeführt.

In den Abbildungen 4 und 5 (S. 35) sind die Ergebnisse graphisch dargestellt.

Gewässer: Wimbach

Pegel: Wimbachbrücke

Querschnitt-km 2,80

F_N = 26,61 km²

Tabelle 3

1. Hydraulische Auswertung der Abflußmessungen

Gegeben:

Q = Abfluß in m³/s

F = Abflußquerschnitt in m²

b_0 = Wasserspiegelbreite in m

d_{90} = 0,050 m

Berechnung:

$$t_m = \frac{F}{b_0}, \quad v_m = \frac{Q}{F}$$

$$c\sqrt{J} = \frac{Q}{F\sqrt{t_m}}, \quad J = \left(\frac{c\sqrt{J}}{c}\right)^2$$

$$c = -\sqrt{32g}\,\log\left(0{,}0676\,\frac{d_{90}}{t_m}\right)$$

Datum	Q m³/s	F m²	b_0 m	t_m m	v_m m/s	$F\sqrt{t_m}$ m^5/2	$c\sqrt{J}$ m^1/2/s	c m^1/2/s	J
Meßungszeitraum: 1954 - 1964	1,08	1,11	5,75	0,19	0,97	0,48	2,25	31,0	0,00526
	3,17	2,39	6,80	0,35	1,32	1,41	2,25	35,7	0,00397
	5,72	3,63	7,40	0,49	1,58	2,54	2,25	38,3	0,00345
	8,88	5,33	7,75	0,68	1,66	4,39	2,25	40,8	0,00304
	13,68	6,99	9,15	0,76	1,92	[illegible]	2,25	41,[illegible]	[illegible]
	18,97	8,87	9,70	0,91	2,11	8,43	2,25	43,1	0,00273
	25,16	10,85	10,30	1,05	2,31	11,18	2,25	44,1	0,00261
	33,37	13,01	10,85	1,29	2,56	14,83	2,25	45,7	0,00243

Die vielen Abflußmessungen wurden wegen der geringen Streuung der Meßergebnisse zu dieser Tabelle zusammengefaßt.

Bearbeiter: Schlesinger

Gewässer: Wimbach

Pegel: Wimbachbrücke

Querschnitt-km 2,80

F_N = 26,61 km²

Tabelle 4

Berechnung des Geschiebetriebs

Konstanten:

b_s = 5,0 m

γ_w = 1,0 t/m³

γ_s = 2,65 t/m³

d_m = 0,020 m

τ_0 = 1,551 t/m²

Berechnung:

$g_s'' = 25\,(\tau - \tau_0)^{3/2}$

$\tau = \gamma_w\, t_m\, J$

$\tau_0 = 0{,}047\,(\gamma_s - \gamma_w)\, d_m$

$G_s'' = g_s'' \cdot b_s \cdot 86400$

Q m³/s	F m²	b_0 m	t_m m	$F\sqrt{t_m}$ m^5/2	$c\sqrt{J}$ m^1/2/s	c m^1/2/s	J	τ kg/m²	τ-τ_0 kg/m²	g_s'' kg/m·s	G_s'' t/Tag
1,08	1,11	5,75	0,19	0,48	2,25	31,0	0,00526	1,009	---	---	---
3,17	2,39	6,80	0,35	1,41	2,25	35,7	0,00397	1,389	---	---	---
5,72	3,63	7,40	0,49	2,54	2,25	38,3	0,00345	1,690	0,139	0,041	18
8,88	5,33	7,75	0,68	4,39	2,25	40,8	0,00304	2,067	0,516	0,293	127
13,68	6,99	9,15	0,76	6,08	2,25	41,7	0,00291	2,212	0,661	0,428	184
18,97	8,87	9,70	0,91	8,43	2,25	43,1	0,00273	2,484	0,933	0,713	308
25,16	10,85	10,30	1,05	11,18	2,25	44,1	0,00261	2,741	1,190	1,032	444
33,37	13,01	10,85	1,29	14,83	2,25	45,7	0,00242	3,122	1,571	1,557	673

Bearbeiter: Schlesinger

Abbildung 4: Gerölltriebtriebfunktion

Auf der Abszisse werden die Abflußmengen Q, auf der Ordinate der Gerölltrieb G_s" aufgetragen. Die Kurve zeigt den Beginn der Geröllbewegung bei Q_o = 4,40 m^3/s sowie die Abhängigkeit des Gerölltriebs von der Abflußmenge.

Abbildung 5: Gerölltrieb

Diese Kurve verdeutlicht, an wieviel Tagen im Jahr eine bestimmte Menge Geröll bewegt wird. Die Fläche zwischen der Kurve und dem Koordinatenkreuz ist die Geröllfracht G_F". Die Länge der Abszisse ist abhängig von der Überschreitung des Q_o.

Tabelle 5: Unterschreitungsdauer in Tagen bestimmter Q (m^3/s)
Beobachtungszeitraum: 1951 - 1963

Tage	Q	Tage	Q
5	0,68	180	1,81
10	0,72	210	2,12
30	0,87	240	2,38
60	1,09	270	2,68
90	1,21	300	3,04
120	1,41	330	3,81
150	1,62	350	4,48
		360	5,32
		365	12,50

Abb. 4: Geröll triebfunktion für d_m = 0,020 m

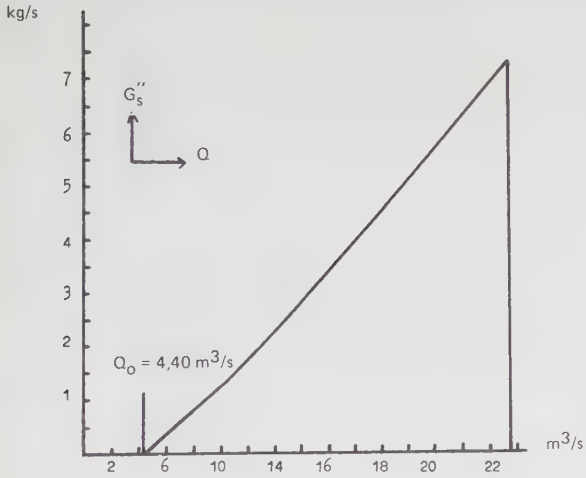
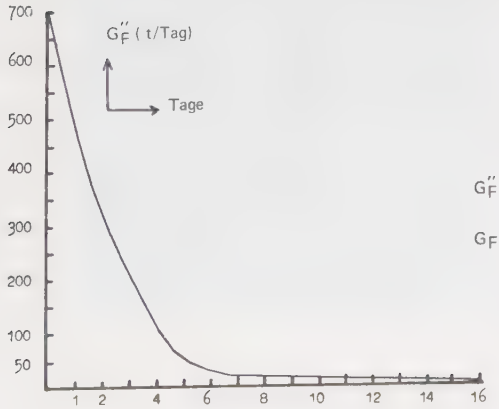


Abb. 5: Geröll trieb für d_m = 0,020 m



G_F'' = 16000 t/Jahr

$G_F = G_F'' \frac{2,65}{(2,65 - 1)}$

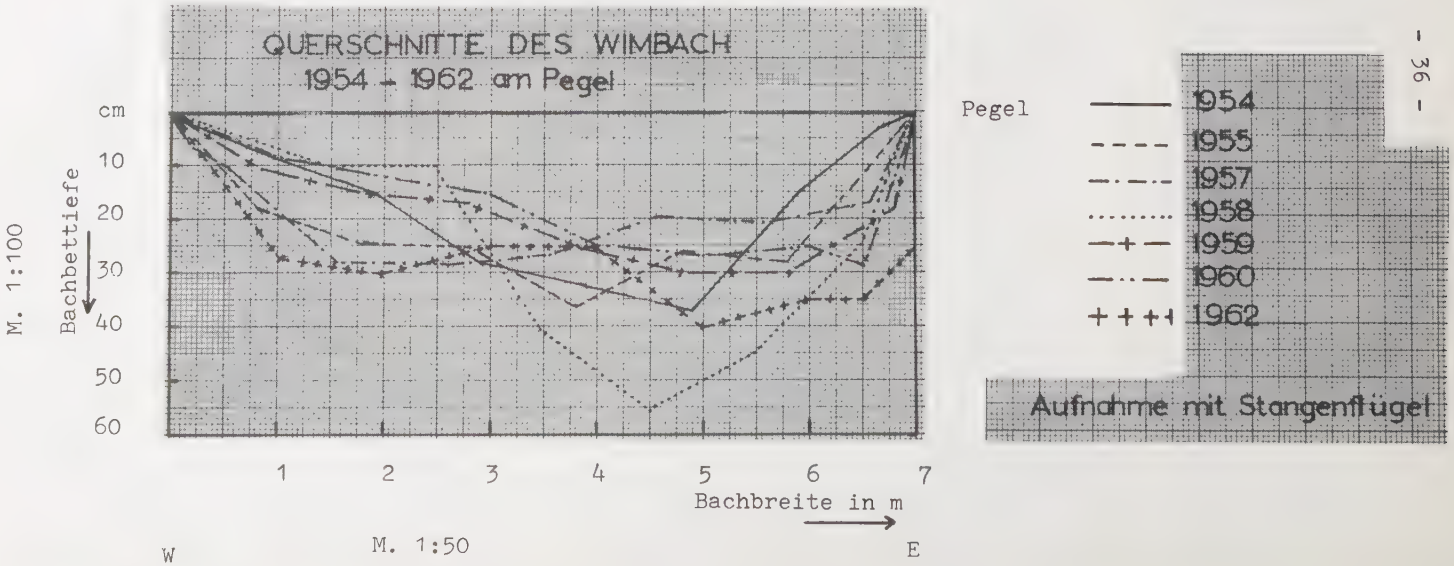
= 2560 t/Jahr

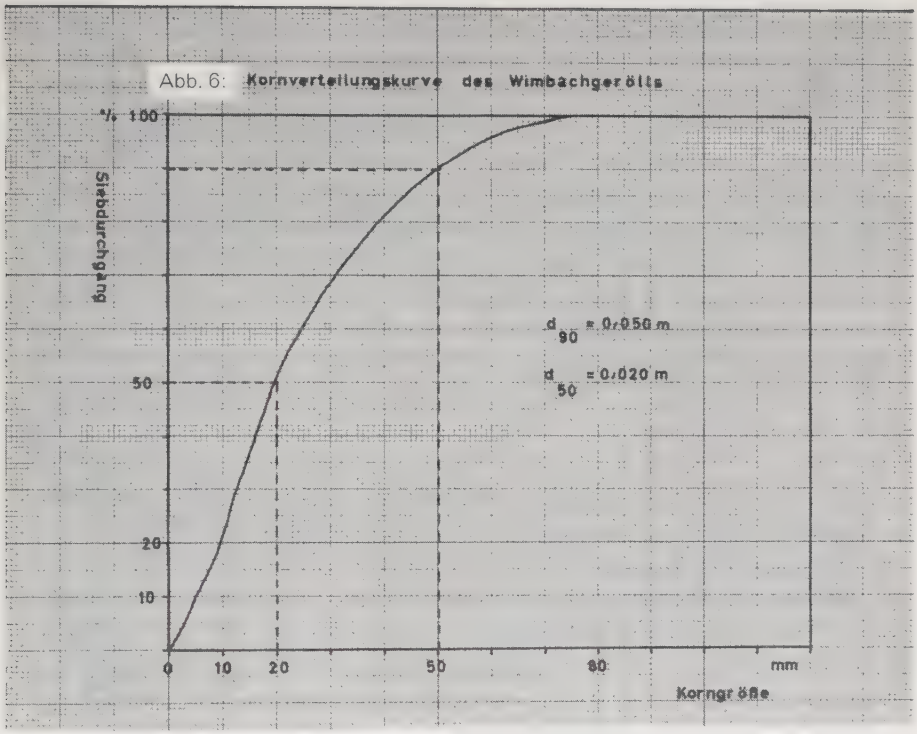
= 1348 m^3/Jahr

B. Schlesinger, 1965

Abb. 5 a

Das Diagramm "Querschnitte des Wimbach" verdeutlicht, wie stark sich die Bachbettsohle des Wimbach in den einzelnen Jahren verändert. Die Aufnahme der Bachquerschnitte erfolgte in den Jahren 1954 - 1962 am Pegel mit einem Stangenflügel. Aus den Mittelwerten wurden die Kurven gezeichnet.





Die Kornverteilungskurve wird dargestellt durch die in der Mitte der Intervalle des Säulendiagramms errichteten Senkrechten, auf die die Gewichtsprozente aufgetragen werden. Die miteinander verbundenen Punkte ergeben die Kornverteilungskurve.

Das Geröll wurde mit einem wasserdurchlässigen Auffangkorb dem Bachbett entnommen. Die Prozentanteile der einzelnen Korngrößen wurden durch Siebung ermittelt. Insgesamt wurden 16 Siebungen durchgeführt. Die Ergebnisse sind in dem obigen Diagramm eingetragen. Das Geröll stammt aus der auf Seite 28 angegebenen Musterstrecke.

3. Fehlerdiskussion

Die mögliche Ungenauigkeit des ermittelten Geröllltriebs setzt sich aus verschiedenen mehr oder weniger genau bestimmbaren Messungenauigkeiten zusammen. Die Formel selbst kann als physikalisch genau angesehen werden. Bei der Bestimmung der Korngrößen des Gerölls wurde ein durchschnittlicher Verlust der gesiebten Menge von 2 - 3 % ermittelt. Die Meßinstrumente zur Bestimmung der hydraulischen Werte wie Abflußmenge und -höhe, Fließgeschwindigkeit u.ä. sind zwar Präzisionsinstrumente, doch müssen auch hier Ungenauigkeiten hingenommen werden (übersteigen nicht 5 %; A.van RINSUM, 1941, S. 7). Ferner konnte bei der Ausmessung der Bachquerschnitte, deren zeichnerischen Darstellung und Ausplanimetrierung Fehler von 1 - 2 % gefunden werden. Sicherlich ist auch die hypsographische Kurve für das maßgebende Querprofil der Sohlenkonfiguration fehlerhaft. Bei der Berechnung der Wassertiefe und Schleppspannung im Querschnitt wird dieser wegen der Nichtkonstantheit der beiden Größen nach der Streifenmethode in trapezförmige Streifen zerlegt, wobei die schrägen Trennlinien gemittelte Isotachenbilder sind. Die Isotachenbilder sind Mittelwerte aller natürlichen Querprofile, so daß auch hier Abweichungen von der natürlichen Gegebenheit zu erwarten sind. Die Unsicherheit beträgt 3 %. Die chemischen Analysen dürften ziemlich genau sein, da sie nach der in der Chemie üblichen Methode vorgenommen wurden.

Eine weitere Unsicherheit enthält die genaue Bestimmung der maßgebenden Korngröße d_m aus Geschiebeanalysen. Der hier begangene Fehler liegt darin, daß infolge der Auswaschung der kleineren Geschiebeanteile während der Probeentnahme der maßgebende Korndurchmesser d_m meistens zu groß wird. Hier gibt jedoch das Verhältnis

$$\frac{d_{90}}{d_{50}} = 3{,}24$$

für ein nichtaussortiertes "Geschiebegemisch" einen zuverläßlichen Anhaltspunkt für das jeweilige d_m. In diesem Falle wurde das d_m mit 87 % richtig bestimmt. Der hier begangene Fehler geht zwar auch in der Rechnung bei der Bestimmung des Reibungsgefälles ein, wird aber durch verschiedene Rechnungsgänge so klein, daß er vernachlässigt werden kann. Diese aufgeführten Fehler ergeben zusammen eine Unsicherheit von 25 %, die hier überwiegend negativ ist; d.h., daß der Wimbach zu 75 % das angegebene Transportvermögen tat-

sächlich ausnutzt, da die Berechnung des Gerölltriebs nichts anderes bedeutet als die Bestimmung der Grenzschleppspannung.

C. Bestimmung der Schwebstofführung S

Als Schweb werden die in Suspension transportierten Feststoffe bezeichnet. Diese suspensierten Stoffe sind im ganzen Flußquerschnitt verteilt usw. so, daß eine Schwebstoffverdichtung zur Sohle und zum Stromstrich hin eintritt. Die Grenze zwischen Schweb und Geröll ist fließend, da mit zunehmender Fließgeschwindigkeit auch Korngrößen, die bei geringer Wasserbewegung am Boden liegen bleiben, als Schweb transportiert werden.

a) Schwebstoffracht

Die Schwebstofführung wird aus der direkten Messung der Schwebstoffkonzentration abgeleitet. Das Produkt aus der Schwebstoffkonzentration c in g/m^3 und dem Abfluß Q in m^3/s ergibt den Schwebstoffabfluß; die Integration über die Zeit dt die Schwebstofffracht

$$S_F = \int c \cdot Q \cdot dt$$

Zur Bestimmung der Schwebstoffracht wurden in der Zeit vom 1.6.1964 bis 1.6.1965 monatlich drei Wasserproben aus drei verschiedenen Punkten des Bachquerschnitts am Pegel Wimbach entnommen. Außer diesen regelmäßigen Bestimmungen wurden während und nach Gewitterregen Wasserproben entnommen. Die Wasserproben wurden nach der in der Wasserwirtschaft üblichen Methode gefiltert und auf einer Feinwaage gewogen. Die Proben lassen sich wegen ihrer geringen Streuung in drei Gruppen zusammenfassen:

Tabelle 6:

1. Gruppe:	120 mg Schweb/l	bei Niedrigwasser
2. Gruppe:	130 mg Schweb/l	bei Mittelwasser
3. Gruppe:	140 mg Schweb/l	bei Hochwasser.

Diese Schwebmengen konnten nun mit der entsprechenden Wasserführung in Bezug gesetzt werden, so daß als Endergebnis angegeben werden kann:

Schwebstofführung S des Wimbach: 4058 t/Jahr = 1532 m^3/Jahr.

Da die Schwebstofführung dauernden Schwankungen unterworfen ist, kann die Schwebstoffracht nur anhand von zahlreichen Messungen genauer ermittelt werden. Hinsichtlich der Zahl der Messungen gibt es keine allgemeingültigen Regeln. In Wildbächen genügen bei Niedrig- und Mittelwasser einzelne Messungen; während dieser Zeit sind die Schwankungen sehr gering und die vorhandenen Streuungen fallen nicht ins Gewicht. Bei Anschwellungen mit stärkerer Schwebstofführung müssen die Messungen häufiger durchgeführt werden.

D. Bestimmung des Gelösten L

Die chemische Untersuchung des Anstehenden ergab eine prozentuale Zusammensetzung von 21 % MgO, 31 % CaO und 47 % gebundenem CO_2. Das restliche 1 % ist SiO_2 (Kieselsäure-Silikate), F_2O_3 (Eisenoxyd-Eisenrost), Al_2O_3 (Aluminiumoxyd). Die chemische Analyse des Wimbachwassers konnte deshalb auf die mengenmäßige Bestimmung des MgO (Magnesiumoxyd), CaO (Calziumoxyd) und CO_2 (Kohlensäure) beschränkt werden.

Von großem Einfluß auf die Löslichkeit von Kalk ist der Kohlensäuregehalt des in die Poren des Gesteins eindringenden Wassers. Kalke und Dolomite zeigen in reinem Wasser eine ganz geringe Löslichkeit; erst durch die Zugabe von Kohlensäure werden die Kalke und Dolomite in Bikarbonate umgewandelt und ihre Löslichkeit nähert sich der des Gipses.

Nach diesen grundsätzlichen Überlegungen wurden die Analysen der Wasserproben nach der Methode "Merck" durchgeführt. Die Ergebnisse sind in der Rechentabelle nr. 7, S. 42 zusammengefaßt. Überraschend ist die geringe Härte des Wassers. Die Erklärung liegt in der kurzen Zeit, die die größte Menge des Wassers zum Abfluß bis zur Meßstelle braucht; außerdem kann das Wasser nur wenig Kohlen-

säure zur Bildung des doppeltkohlensauren Kalkes aufnehmen, da der Hauptträger der aggressiven Kohlensäure, der Humus, fehlt.

Zur Berechnung der Lösungsfracht muß der stöchiometrische Faktor für MgO und CaO bestimmt werden.

Zunächst die Atomgewichte:

Ca	=	40,08	Mg	=	24,32
O	=	16,00	O	=	16,00
CaO	=	56,08	MgO	=	40,32

Wie schon erwähnt, ist das Anstehende hauptsächlich ein aus Kalziumkarbonat $CaCO_3$ bestehendes Sedimentgestein mit dem Atomgewicht:

Ca	=	40,08
C	=	12,01
O_3	=	48,00
$CaCO_3$	=	100,09

Der stö chiometrische Faktor F ist das Gewichtsverhältnis, in dem sich chemische Umsetzungen vollziehen. Somit ergibt sich:

$$\frac{CaCO_3}{CaO} = 1{,}785 \qquad \frac{CaCO_3}{MgO} = 2{,}481$$

Mit diesem Faktor wird der chemisch ermittelte Gewichtsanteil von CaO und MgO des Wassers multipliziert:

$$CaO \times 1{,}785 = CaCO_3 \text{ mg/l und } MgO \times 2{,}481 = CaCO_3 \text{ mg/l}$$

Man erhält gelöstes Anstehendes in mg/l. Dieses Ergebnis mit der Wasserfracht Q (l/s) erweitert, ergibt die Lösungsfracht:

$$\frac{CaO \times 1{,}785 \times Q}{1\,000} = CaCO_3 \text{ kg/s und } \frac{MgO \times 2{,}481 \times Q}{1\,000} = CaCO_3 \text{ kg/s}$$

Die Addition beider Ergebnisse und die Summation über ein Jahr liefert die jährliche Lösungsfracht in Tonnen pro Jahr und durch einige Umrechnungen die jährliche Abtragung des Gebietes in Tausendstel - Millimeter.

Tabelle 7:

CaO mg/l	MgO mg/l	CO_2 mg/l	CaO·F mg/l	MgO·F mg/l	(4)·Q g/s	(5)·Q g/s	(6). 31,536	(7). 31,536	(8) + (9) = (10) t/Jahr
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
30,7	14,2	46,2	54,8	35,2	90,4	58,13	2852	1834	4686
24,0	9,0	46,8	42,8	22,3	70,7	36,84	2229	1157	3386
40,2	23,4	44,0	71,7	58,1	118,4	95,78	3734	3021	6755
45,0	14,2	49,5	80,3	35,2	132,6	58,13	4180	1834	6014
42,0	15,7	44,0	74,9	38,9	123,7	64,27	3901	2027	5928

Mittel: 5354

oder: 2020 m^3/Jahr

Daraus errechnet sich ein jährlicher Abtrag dh:

$$dh = \frac{\text{Gelöstes } (m^3)}{\text{Fläche } (m^2)} \; (m)$$

$$dh = \frac{2020 \; m^3}{26{,}61 \; km^2} = \underline{\underline{0{,}075 \text{ mm/Jahr}}}$$

E. Gesamtgröße des fluvialen Abtrags

Der fluviale Abtrag E setzt sich zusammen aus dem Gerölltrieb G, der Suspensionsfracht S und der Lösungsfracht L. Demnach gilt

$$\begin{aligned} E &= G + S + L \\ &= 2560 \text{ t/Jahr} + 4058 \text{ t/Jahr} + 5354 \text{ t/Jahr} \\ &= 11\,972 \text{ t/Jahr} \\ &= 4518 \text{ m}^3\text{/Jahr.} \end{aligned}$$

Der jährliche Abtrag ist:

$$dh = \frac{4518 \text{ m}^3}{26{,}61 \text{ km}^2} = \underline{\underline{0{,}169 \text{ mm/Jahr}}}$$

Interessant ist noch die Zeitdauer des Abtrags von 1 m:

$$J = \frac{10^3 \cdot \gamma}{E}$$

γ = Dichte des Anstehenden; E in t/km^2

$$J = \frac{10^3 \cdot 2{,}65}{449{,}9}$$

$$\underline{\underline{J = 5{,}8 \text{ Jahrtausende für 1 m Abtrag}}}$$

Dieser Wert steht in gutem Einklang mit den von der Bayer. Landesstelle für Gewässerkunde für andere bayerische Flüsse ermittelten Werten. Er wurde nach der Formel berechnet, die in jahrzehntelanger Forschungsarbeit an schweizerischen Gebirgsflüssen für die Anwendung auf den natürlichen Flußquerschnitt entwickelt wurde und die zur Zeit beste und anerkannteste Formel für die Ermittlung des Gerölltriebs ist. Da die Bestimmung des Gerölltriebs im Grunde genommen die Berechnung der Schleppspannung, also des Transportvermögens ist, bedeutet der angegebene Wert die maximal mögliche Transportlast des Wimbach. Bei der Ermittlung der Gerölltriebfunktion wurde ersichtlich, daß die Geröllbewegung im Wimbach erst bei der Wasserabflußmenge Q_o = 4,40 m^3/s beginnt (Abb. 4, S. 34).

Wie die Tabelle 5, S. 35 der "Unterschreitungsdauer in Tagen bestimmter Abflußmengen" aufweist, wird dieses Q_o nur an 15 Tagen im Jahr überschritten, d.h. nur an 15 Tagen im Jahr herrscht Ge-

rölltrieb (Abb. 5, S. 35). Es sind dies die Tage mit enormer Niederschlagstätigkeit, die, wie auch schon bei der Erörterung der Niederschläge gezeigt werden konnte, in die Zeit der Sommergewitter fallen. Während dieser Tage hat auch der Wimbach seine größte Trübung. Nach STREELE soll bei Murgängen das Wasser der Wildbäche sogar ein bis zu 50 % erhöhtes Raumgewicht haben (MEYER-PETER, 1963, S. 17).

V. Über den zeitlichen Ablauf der Schutteinfüllung im Wimbach-Gries

A. Die Untersuchungsmethoden

Im Wimbach-Gries kann der zeitliche Ablauf der Schutteinfüllung einmal an den derzeitig bewachsenen Ablagerungsoberflächen und zum anderen an den überschütteten, ehemals bewachsenen Oberflächen, den heutigen in den Schutt eingelagerten Humusschichten, nachgewiesen werden.

Die Altersbestimmung der heutigen bewachsenen Schuttflächen erfolgte nach zwei Methoden:

a) der Dendrochronologie;
b) der Lehre von den Sukzessionsstadien der Vegetation.

Bei der dendrochronologischen Altersangabe wurden für jedes der ausgeschiedenen bewachsenen Areale eine genügende Anzahl Bäume mit dem Baumbohrer angebohrt und die erhaltenen Bohrkerne nach Jahrringen ausgezählt. Das Alter einer Fläche setzt sich nach dieser Methode aus der Anzahl der Jahrringe bis zum Baumkern plus Anzahl der Jahre bis zur Bohrlochhöhe (vom Erdboden gemessen) plus Anzahl der Jahre bis zur ersten Besiedlung durch die Vegetation zusammen.

Die Altersangaben nach der vegetationskundlichen Methode bestehen in der Ermittlung der Sukzessionsstadien der Vegetation auf den einzelnen bewachsenen Schuttflächen, denn jeder Vegetationstypus unterliegt bei der Neubesiedlung einer nicht bewachsenen Fläche einer ontogenetischen Entwicklung, bis er zu seinem Endstadium ge-

langt. Junge Ablagerungen besitzen somit unvollkommen ausgebildete Pflanzendecken, ältere Ablagerungen weisen fortgeschrittenen Bewuchs auf. Je nach Alter der Aufschüttung können also auf einer Fläche verschiedene Sukzessionsstadien nebeneinander auftreten.

Das Alter der überschütteten, ehemals bewachsenen Oberflächen, wurde durch die Pollenanalyse und in einem Falle nach der 14 C-Methode bestimmt.

Die beiliegende Karte zeigt die gegenwärtige Verteilung[1] der verschiedenen Besiedlungsphasen der Vegetation ehemals entblößter Schuttoberflächen im Wimbach-Gries. Die mit P 1, P 2 und P 3 bezeichneten Bodenprofile enthalten die durch die Pollenanalyse[2] und die 14 C-Methode gewonnenen Altersangaben der einzelnen Humusschichten.

B. Datierung der bewachsenen Schuttablagerungsoberflächen

Die Verteilung und Größe der Sukzessionsstadien im Wimbach-Gries

Die ersten offenen Pflanzenpioniergesellschaften auf Flächen mit weitgehend erreichter Ruhelage sind nach H.PAUL und K.v.SCHÖNAU (1930) die Schuttwanderer mit ihrer starken Bildung von Kriechtrieben (z.B. Grannenhafer), die Schuttüberkriecher (z.B. Alpenleinkraut), die nicht wurzelnde und an einer Stelle entstehende Stengel sind, und schließlich die Schuttstrecker, die mit ihren in dauernder Verlängerung begriffenen aufrechten Trieben und Blättern den Schutt durchwachsen (z.B. kriechendes Gipskraut). Die so bewachsenen Schuttablagerungsflächen sind 5 - 10 Jahre alt. Sie wachsen vor allem in der Nachbarschaft schon besiedelter Schuttflächen, unterhalb von wenig Schutt liefernden Felsspornen und Felswänden und auf Flächen, die aus dem Schuttstrom als Inseln

---

1) Das Jahresmikroskop erhielt ich vom Institut für Forstbotanik der Universität München.

2) Die Aufbereitung der Pollen konnte ich nach Absolvierung eines Seminars über Pollenanalyse (Priv.Doz. Dr. H.Mayer) ebenfalls im Institut für Forstbotanik der Universität München durchführen.

herausgearbeitet wurden. Wir finden deshalb Flächen mit diesem Besiedlungsstadium, das als das erste bezeichnet wird, in der "Brunftbergtiefe" von insgesamt 0,055 km^2 Größe. Im "Mitterfleck" ist der jetzt aufgefüllte, 1897 aber noch 1 m bis 1,50 m tiefe Graben zu nennen, wo auf einer 0,153 km^2 großen Fläche ein Bewuchs von 5 - 10 Jahren zu finden ist. Insgesamt werden also 0,208 km^2 Fläche vom ersten Sukzessionsstadium besiedelt.

Die Flächen mit dem 2. Sukzessionsstadium in der Vegetationsentwicklung im Wimbach-Gries sind mit Silberwurz-Spalieren als den charakteristischen Pflanzen bewachsen. Diese Flächen haben ein Alter bis zu 60 Jahren. Maßgebend beteiligt an dem Stillstand dieser Schuttflächen sind die sogenannten Schuttstauer, die mit Triebbündeln versuchen, die Schuttablagerungen noch zu festigen und die Schuttdecker, die dann die abgelagerte Schuttfläche mit einer Rasendecke überziehen.

Die Flächen mit dem 2. Sukzessionsstadium nehmen insgesamt eine Fläche von 0,300 km^2 ein und teilen sich auf in:

a) die Fläche des seit 1897 zugeschütteten Grabens: 0,153 km^2;

b) die Fläche in der "Brunftbergtiefe" am Saum des großen Schuttkegels, der mit seiner Spitze in den "Loferer Seilergraben" ragt: 0,006 km^2;

c) das Areal nordwestlich der "Kirche", das seit 1897 keine nennenswerte Überschüttung mehr erhielt: 0,036 km^2;

d) die vielen kleineren Flächen im Talabschnitt "Trischübel" von zusammen 0,105 km^2.

Die Sukzessionszeiträume des 1. und 2. Stadiums entsprechen übrigens dem von J.BRAUN-BLANQUET u.a. (1954) auf kalkreichem Schutt am Ofenpaß (Schweizer Nationalpark, 1800 - 2000 m ü.NN) ermittelten Gesamtalter solcher Stadien.

Von dem 3. Sukzessionsstadium - Alter bis 150 Jahre - werden zusammen 0,596 km^2 Fläche bewachsen. Diese Flächen weisen einen wenig entwickelten Humuskarbonatboden auf. Die auf solchen Flächen stehenden Bäume, hauptsächlich Spirken und Fichten, sind durchschnittlich 100 Jahre alt. Die Gesamtfläche setzt sich aus folgenden Einzelflächen zusammen:

a) am "Mitterfleck": 0,168 km^2;
b) unterhalb des "Zirbeneck": 0,146 km^2;
c) NW des "Kleinen Palfelhorns": 0,035 km^2;
d) am Fuß des "Kleinen Palfelhorns": 0,067 km^2;
e) zwischen den "Palfel-Hörnern" und der "Kirche": 0,136 km^2;
f) unterhalb des "Trischübel": 0,044 km^2.

Die 4. Altersklasse in der Bestockung mit einem Alter bis 250 Jahre nimmt Flächen ein, deren Boden eine schwach degradierte Humusschicht aufweist. Die auf diesen Flächen wachsenden Bäume, ebenfalls überwiegend Spirken und Fichten, weisen allgemein ein Alter von 200 Jahren auf. Die Einzelflächen sind:

a) östlich der "Kirche": 0,127 km^2;
b) unterhalb der "Kirche": 0,060 km^2;
c) unterhalb der "Griesspitze": 0,032 km^2;
d) mehrere Flächen "Auf dem Gries": 0,377 km^2;
e) in der "Brunftbergtiefe": 0,436 km^2.

Dieses Bestockungsalter bedeckt zusammen 1,032 km^2 Fläche. Ihr Bestand ist nicht so stark gefährdet, da sie hauptsächlich zwischen den Gräben liegen, die doch weitgehend ihre Lage und Ausmaße beibehalten. Nur an wenigen Stellen kann Schutt aufgelagert werden.

Das 5. Sukzessionsstadium ist gekennzeichnet durch die Initialphase des Fichten-Schlußwaldes. Die Humusdecke ist ausreichend entwickelt. Diese Oberflächen lagern rund 350 Jahre ohne Überschüttung. Die angebohrten Bäume wiesen ein Alter von 300 Jahren auf. Es handelt sich dabei um die Flächen:

a) zwischen dem Hauptgraben und der Ofentalwand (N-Grenze des Gries) mit einer Flächenausdehnung von 0,323 km^2;
b) der Fläche zwischen dem Hauptgraben und der 1200 m-Höhenlinie: 0,169 km^2;
c) der Schuttinsel unterhalb des "Hundstod": 0,055 km^2.

Dieses Sukzessionsstadium bedeckt also insgesamt eine Fläche von 0,547 km^2. Alle drei Flächen sind vor Überschüttungen wegen der sie umgebenden Gräben verhältnismäßig gut geschützt. Lediglich seitliche Erosion in den Gräben verkleinert ein wenig diese Vegetationsinseln, wobei allerdings die Fläche unter dem "Hundstod" wegen ihrer Lage auf einem Felsriegel eine Ausnahme bildet.

Nur an zwei Stellen, nämlich direkt unterhalb des "Kleinen Palfelhorns" und nördlich des "Zirbeneck", wurde ein 6. gereiftes Endstadium in der Vegetation erreicht. Diese Flächen, die erste ist 0,009 km^2, die zweite 0,043 km^2 groß, die sich durch eine bis zu 50 cm dicke Humuskarbonatauflage auszeichnen, sind mit Fichten und Lärchen bewachsen. Es sind sogenannte Dauergesellschaften, die sich hier haben entwickeln können. Auf diesen Flächen finden demnach nur durch ungeheure Unwetter irgendwelche Veränderungen statt, wie es zum Beispiel im Juli 1963 war, als eine Schuttmure in den Bestand unterhalb des "Kleinen Palfelhorns" einbrach. Diese beiden Flächen kennzeichnen also Schuttablagerungen, die schon 450 - 500 Jahre ohne weitere Schuttüberlagerung blieben, denn die dort stehenden Bäume sind bereits 400 Jahre alt.

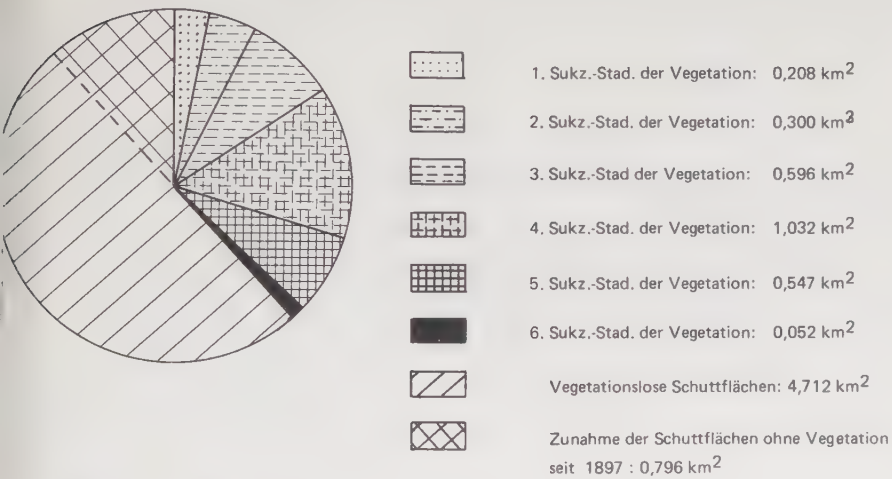
In der anschließenden Tabelle 8 sind die Einzelergebnisse zusammengefaßt.

Tabelle 8: Die Sukzessionsstadien im Wimbach-Gries

Suk.-Stadium	Alter (Jahre)	Bedeckte Gesamtfläche (km^2)	Proz.Anteil an der Gries-Fläche
1	5 - 10	0,208	2,8
2	bis 60	0,300	4,0
3	bis 150	0,596	8,0
4	ca. 250	1,032	13,8
5	ca. 350	0,547	7,3
6	ca. 500	0,052	0,7
		2,735	36,6

Die Ergebnisse dieser Tabelle sind in der Abb. 7, S. 49 graphisch dargestellt.

Abb. 7: Prozentuale Verteilung der bewachsenen Schuttflächen im Wimbach-Gries unter Berücksichtigung der Sukzessionsstadien der Vegetation und der unbewachsenen Schuttablagerungen mit Angaben der Zunahme der vegetationslosen Schuttfläche seit 1897.



Gesamte Griesfläche = 7,437 $km^2 = \pi r^2$

B. Schlesinger, 1964

Aus der beschriebenen Verteilung der Besiedlungsstadien der Schuttflächen im Wimbach-Gries ist zu entnehmen, daß der Überschüttungsrhythmus zeitlich, örtlich, in der Flächengröße und der Mächtigkeit der Aufschüttung völlig unterschiedlich ist. Von der frischen Aufschüttung bis zur 500 Jahre alten Ablagerungsfläche sind alle Altersstadien der Ablagerungen vorhanden. Die jeweils überschütteten Flächen sind klein; die kleinste der ausgemessenen Flächen hat einen Anteil an der gesamten Griesfläche vo 0,7 %, die größte von 5,7 %. Die Schuttmächtigkeit einer Überschüttung weist alle Übergänge von einigen Zentimetern bis zu 2 m auf und ändert sich oft innerhalb einer Ablagerung. Außerdem ist deutlich zu erkennen, daß der Schutt stoßweise talabwärts transportiert wird; den besten Beweis finden wir in der "Brunftbergtiefe", wo Flächen mit verschiedenen Besiedlungsstadien tal-

ab hintereinander und nebeneinander liegen. Weiter ist festzustellen, daß die ältesten Flächen (5. und 6. Stadium) am oberen und unteren Rande der Griesfläche als stabile Ruheinseln herausgearbeitet wurden. Zwischen diesen über Jahrhunderte ohne Überschüttung gebliebenen Flächen liegen die Gebiete dauernder Schutt-über- und -verlagerung.

C. Ermittlung des Alters von überschütteten, ehemals bewachsenen Ablagerungsoberflächen

1. Die dendrochronologische Arbeitsweise

Mit Hilfe der Dendrochronologie kann nicht nur das Alter von lebenden, sondern auch von inzwischen abgestorbenen Bäumen bestimmt werden. Voraussetzung für eine Datierung auch abgestorbener Bäume ist das Vorhandensein einer Standardkurve, d.h. einer Standardfolge der Jahrringbreiten einer Holzart. Sie wird aus einer genügend großen Anzahl angebohrter Bäume erstellt. Beim Anbohren der Bäume mit einem Baumbohrer erhält man 0,5 cm starke Bohrspäne, die in ein Schmetterlingsspannbrett eingespannt, abgehobelt und zur besseren Unterscheidung der Zellgrenzen mit Kreideschlamm bestrichen werden. Die Zellgrenzen werden an einem Jahrringmikroskop ausgemessen. Die Meßergebnisse trägt man in ein Koordinatensystem mit halblogarithmischer Teilung ein, wobei die Wachstumsjahre auf der Abszisse und die dazugehörige Wachstumsdicke auf der Ordinate aufgetragen werden. In diesem System werden die Minima überhöht und die Maxima verkleinert. Die erhaltene Kurve kann nun zur Ermittlung des Alters eines abgestorbenen Baumes mit dessen Jahrringkurve synchronisiert werden. Dabei werden nach B.HUBER (1948, S. 152) solche Kurvenpaare als "synchrone Kurven" bezeichnet, bei denen das Gegenläufigkeitsprozent von mindestens 50 Jahren unter 25 % liegt. Bei 50 % Gegenläufigkeit spricht man von einer Zufallsverteilung. Die Kurvenähnlichkeit nimmt mit dem Wechsel des Standorts einer Holzart nur langsam ab, während sie beim Wechsel der Holzart auf demselben Standort rascher abnimmt.

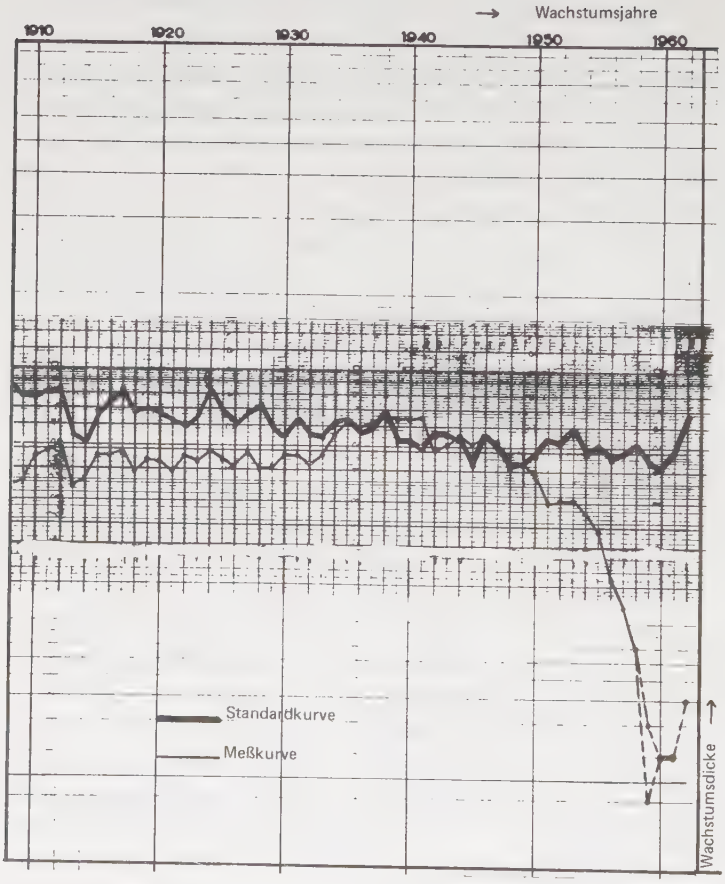
Dieses Verfahren kann man sich zur Datierung von Murschüben, die

auf von Bäumen bewachsenen Flächen aufrutschten, zunutze machen. Bricht eine Mure in den Wald ein, so treten bei einer größeren Anzahl Bäumen Rindenbeschädigungen, meistens um den ganzen Stamm herum, ein. Außerdem werden durch den sich absetzenden Kalkschlamm die Bodenporen verstopft. Die fast meterhoch mit Schutt umgebenen Bäume sind ihrer Lebensbedingungen beraubt und gehen ein. Bringt man die Jahrringkurven der abgestorbenen Bäume mit einer Standardkurve der lebenden Bäume zur Überdeckung, so kann aus den synchronisierten Kurven entnommen werden, wann die Bäume begannen abzusterben, d.h. wann die Mure an der betreffenden Stelle niederging. Da aber Muren sich nur bei starker Bodendurchtränkung bilden, muß in dem ermittelten Jahr entweder die Niederschlagsmenge sehr hoch oder es muß mindestens ein wolkenbruchartiger Niederschlag niedergegangen sein. Die Sicherung des Ergebnisses bilden somit die meteorologischen Aufzeichnungen für das jeweilige Gebiet.

Die Abbildung 8, S. 52, zeigt ein Beispiel. Die dicke Kurve ist die Jahrringkurve der von der Mure nicht im Mitleidenschaft gezogenen Bäume. Die Wachstumskurve eines Baumes, der durch die Mure in seinem Wachstum behindert wurde und abstarb, ist dünn gezeichnet. Der dargestellte Ausschnitt der synchronisierten Kurven zeigt eine fast gleichlaufende Entwicklung der Bäume bis zum Jahr 1948. Von diesem Jahr sind beide Kurven extrem gegenläufig. Die dünne Kurve deutet einen immer geringer werdenden Wachstumszuwachs und schließlich den Stillstand des Wachstums an. 1948 ist demnach das Jahr, in dem die Mure in dieses Waldstück einbrach. Aus der Abbildung 3, S. 27, ersehen wir, daß 1948 auch tatsächlich ein Unwetter mit ergiebigen Niederschlägen über dem Wimbach-Gries tobte.

Weitere Versuche haben ergeben, daß Fichten besonders gut geeignet sind bei der Anwendung dieser Methode; die robusten und mit den kargsten Lebensbedingungen zufriedenen Spirken reagieren nicht so eindeutig mit dem Absterben auf eine sie einschließende Mure.

Abb. 8: Synchronisationsbild zweier Wachstumskurven



B. Schlesinger, 1964

2. Die 14 C - Datierung

Zeugen für den immerwährenden Überlagerungsprozeß im Wimbach-Gries sind die in die Schuttablagerungen eingeschlossenen Humusschichten. Diese Humusschichten sind die ehemaligen bewachsenen Oberflächen von zur Ruhe gekommenen Schuttablagerungen. Eine dieser Humusschichten wurde durch die 14 C-Methode bestimmt. C 14 ist radioaktiver Kohlenstoff und entsteht beim Eintritt von Wasser-

stoffkernen hoher Energie in die Stratosphäre. Als kosmische Strahlung wandeln sie einen Teil des Stickstoffes N in radioaktives Kohlenstoff - Isotop um. Dabei wird aus dem Stickstoffkern ein Proton (^{1}H) frei und aus dem Stickstoffatomkern wird ein Kohlenstoffatomkern mit dem Atomgewicht 14. Er emittiert β- Strahlung. Diese 14 C-Isotope werden mit dem stabilen 12 C von den lebenden Organismen aufgenommen. Da die Halbwertszeit von 14 C immerhin 5 568 Jahre beträgt, wird der Organismus zu Lebzeiten mit 14 C angereichert und sein Gehalt konstant gehalten. Mit dem Tod des Organismus endet sein Stoffwechsel. Wird der abgestorbene Organismus gut konserviert - in diesem Falle ist es Kalkschlamm, der die Humusschichten umschließt - so ist er geeignet für die Anwendung dieser Methode. Das Mengenverhältnis von 14 C und 12 C ist beim lebenden Organismus eine Konstante. Nach dem Tode verschiebt sich das Verhältnis zugunsten des stabilen 12 C. Dieses Verhältnis wird gemessen und läßt eine Berechnung der Zeitspanne Tod - Fund zu.

Die an die Niedersächsische Landesanstalt für Bodenforschung, Hannover, eingesandte Probe Hv 593 stammt aus 60 cm Tiefe des Bodenprofils "Zirbeneck", in der Karte 6, S. 73, mit P 1 bezeichnet. Ihr Alter wurde mit 330 $\pm$ 50 Jahren vor 1950 bei 100 % Rezentaktivität angegeben. Das Ergebnis ist dem international eingeführten Oxalsäurestandard des National Bureau of Standards, Washington, angeglichen. Der angegebene Fehler schließt alle technischen und die durch die chemische Vorbehandlung entstandenen Fehler ein. Dieses Resultat bedeutet, daß das wahre 14 C-Alter mit einer 68 % Wahrscheinlichkeit in dem angegebenen Intervall liegen muß. Wie die Pollenauszählung der gleichen Probe zeigt, differieren die absolute und die relative Zeitstellung in diesem Falle nur wenig.

Aus finanziellen Gründen konnten weitere Proben nach diesem Verfahren nicht mehr datiert werden.

3. Datierung der verschütteten Oberflächen durch die Pollenanalyse

Die Pollenanalyse ist das Bestimmen von Abfolgen verschiedener Blütenstaubtypen in Humushorizonten. Sie gibt die Möglichkeit zur Rekonstruktion der lokalen nacheiszeitlichen Waldgeschichte, da sich die Pollen - es sind dies die Blütenstaubkörner der männlichen Blüten höherer Pflanzen - bestimmen lassen. Zwar ist in den Jahrhunderten ihrer Lagerung das lebende Protoplasma des Zellinnern vernichtet, erhalten geblieben sind jedoch die korkartigen Hüllen der Pollen, da sie unter Luftabschluß gelagert waren. Nachteilig auf den Erhaltungszustand der Pollen aus dem Wimbach-Gries wirkte sich der Kalk aus. Aus diesem Grunde mußten die Proben aus größerer Tiefe wegen ihrer starken Kalkschlammdurchsetzung noch mit Flußsäure behandelt werden. Nach der Aufbereitung der Bodenproben nach dem Azetolyseverfahren wurden die Pollen in einem Präparat konserviert, das bei 200-facher Vergrößerung durchgemustert wurde. Bei dieser Auszählung des Präparates gewinnt man die Prozentanteile der verschiedenen Pollenarten, das Pollenspektrum, einer Bodenprobe. Die Pollenspektren der verschiedenen Humusschichten eines Profils werden zu einem Pollendiagramm zusammengestellt, wobei auf der Ordinate die Entnahmetiefe der Probe, auf der Abszisse die Prozentzahlen der Pollen abgetragen werden. In diesem Pollendiagramm ist demnach der Anteil jeder unterscheidbaren Pollenart in Prozenten der Waldbaumpollensumme ausgedrückt und gibt die relative Häufigkeit aller unterschiedenen Pollentypen an.

Maßgebend für eine zeitliche Einordnung der Bodenproben ist nun der Vergleich mit einer Waldgeschichte der engeren Umgebung. In diesem Falle konnte die Beurteilung gestützt werden auf

a) eine Taxation der Baumbestände des Berchtesgadener Landes, die bis 1500 n.Chr. zurückgeht;
b) die Waldgeschichte des Berchtesgadener Landes (H.MAYER, 1965).

Je Probe wurden 500 Pollen ausgezählt. Mit entscheidend bei der Lösung dieser Aufgabe ist die Kenntnis des subrezenten Pollenniederschlags in den Oberflächenproben und deren Vergleich mit der sie jetzt umgebenden Vegetation. Die ausgezählten Oberflächenproben ergaben, daß sich die Vegetation auf dem Gries, die sich zu 75 % aus Latsche und Bergspirke, zu 20 % aus Fichte und zu

5 % aus Lärche zusammensetzt, in den ermittelten Pollenspektren gut wiederspiegelt. Die Kulturbegleiter, die durch Fernflug in das Gries kamen, erleichterten die Datierung. Aus der Waldgeschichte ist nun zu entnehmen, welche Vegetationszusammensetzung zu bestimmten Zeiten vorherrschte. Diese Vegetationszusammensetzung muß im Pollenniederschlag ehemaliger Oberflächen wiederzuerkennen sein. Die Übereinstimmung zwischen den beiden Pollenbildern gestattet dann die zeitliche Einordnung der verschütteten Oberflächen.

Die Tabelle 10, S. 57 zeigt die Prozentanteile der ausgezählten Pollen der drei Bodenprofile "Zirbeneck" = P 1, "Mitterfleck" = P 2, "Wimbachgrieshütte" = P 3. Die Lage der drei Profile ist aus der Karte 6, S. 73 zu entnehmen. Wegen der geringen Bewaldung des Gries sind natürlich die Nichtbaumpollen mit mehr als 100 % der Baumpollen vertreten. In der Tabelle 9 ist die waldgeschichtliche Entwicklung des Berchtesgadener Landes für montane Standorte erläutert.

Tabelle 9: Auszug aus der Waldgeschichte des Berchtesgadener Landes (H.MAYER, 1965)

Zeitabschnitte	Wesentliche Merkmale	Zeitdauer
X Jüngeres Subatlantikum	Anthropogene Fichten-Fohrenzeit Rückgang von Tanne, Buche; Ausbreitung von Fichte, Fohre, Lärche; starkes Anwachsen der Nichtbaumpollen (Rodung); Dominanz der Kulturbegleiter und Ericales.	1100 n.Chr. bis zur Gegenwart
IX Älteres Subatlantikum	Fichten-Buchenzeit Fichtendominanz mit relativem Buchenmax., Erlenhöchststand, spärliche, zeitweise ausbleibende Kulturbegleiter.	1100 n.Chr. bis 800 v.Chr.
VIII Subboreal	Fichten-Tannenzeit Fichtendominanz mit relativem Tannenmax., Nichtbaumpollenminimum; Spuren von Kulturbegleiter.	2500 - 800 v.Chr.

VII Jüngeres Atlantikum	Fichten-Eichenmischwaldzeit Abnehmende Werte von Corylus und EMW (Linde, Ulme, Esche, Eiche); Einwanderung und Ausbreitung von Tanne und Buche.	4000 - 2000 v.Chr.

Diese Waldgeschichte war die Grundlage für eine vorläufige zeitliche Einstufung der Pollendiagramme. Die endgültige Datierung erfolgte nach den folgenden Vergleichsdiagrammen, die weitgehend durch 14 C-Datierungen gestützt sind:

a) Durchschnittsprofil aus dem außeralpinen Moränengebiet des Salzachgletschers von H.PAUL und S.RUOFF, 1927; (490 m ü.NN);
b) Profil Böcklweiher bei Strub/Berchtesgaden (H.MAYER, 1965) (610 m ü.NN);
c) Profil Winklmoos/Chiemgauer Alpen (H.MAYER, 1963), (1060 m ü.NN);
d) Profil Schwimmend Moos/Lattengebirge (H.MAYER), (1370 m u.NN);
e) Profil Priesberg/Königssee (H.MAYER), (1380 m ü.NN);
f) Profil Baumgartl/Steinernes Meer (H.MAYER), (1720 m ü.NN).

Folgende Datierungen wurden ermittelt:

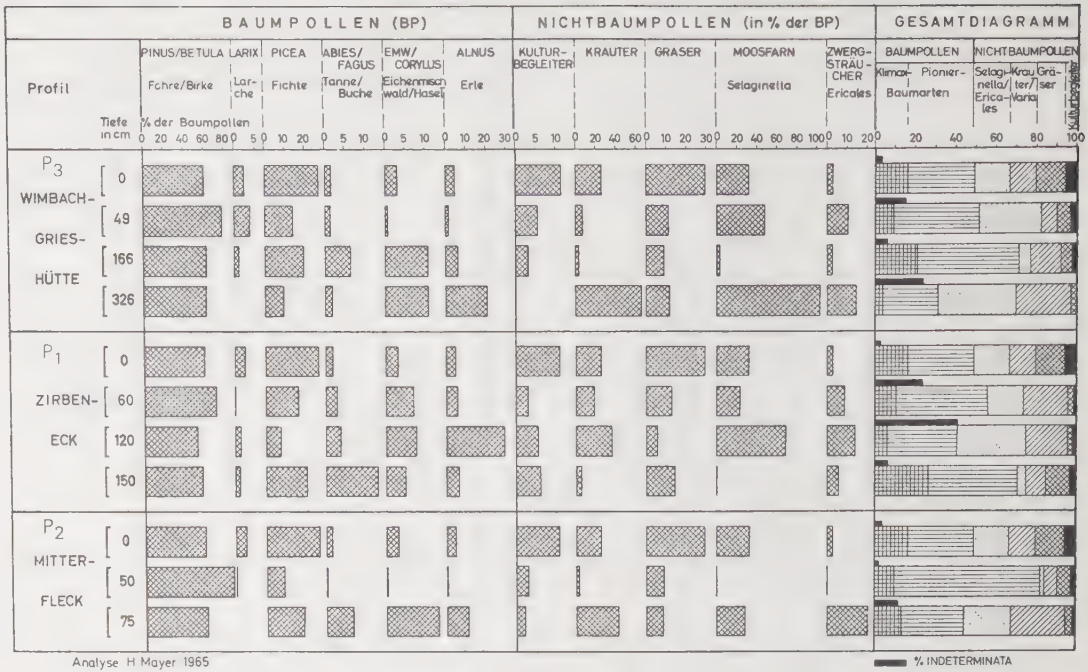
1. Profil Zirbeneck (1180 m ü.NN) = P 1:

a) Humushorizont in 60 cm Tiefe; hier wurde durch 14 C-Datierung ein Alter von 330 ± 50 Jahren bei einer 68 % Wahrscheinlichkeit ermittelt. Die Pollenanalyse ergab ein Alter von 300 - 400 Jahren.

b) Humushorizont in 120 cm Tiefe: Alter der Verschüttung zum Horizont a) etwa 200 Jahre. In diesem Horizont haben wir einen starken Erlenanteil; Fohre, Birke, Lärche, Fichte, Tanne und Buche sind gegenüber a) fast zu gleichen Prozenten vertreten; Getreide und Kastanie sind sehr reichlich. Dieser Horizont müßte nach vegetationskundlichen Merkmalen rd. 500 Jahre gelagert haben. Die Überschüttung dürfte also um 1400 n.Chr. erfolgt sein. Das entspricht dem Zeitabschnitt X b.

c) Humushorizont in 150 cm Tiefe: relatives Alter zum Horizont b)

Tabelle 10: Prozentanteile der ausgezählten Pollen der drei Bodenprofile P_1, P_2, P_3



Analyse H Mayer 1965

etwa 200 Jahre. Eine besondere Rolle spielen Fichte, Tanne und Buche. EMW - Arten sind sehr gering; einige Kulturbegleiter, jedoch wenig Getreide wurden gefunden. Dieses Erscheinungsbild entspricht dem Vegetationsbild um 1200 n.Chr.

2. Profil Mitterfleck (1200 m ü.NN) = P 2:

a) Humushorizont in 50 cm Tiefe: maßgebend ist in dieser Probe der Fohren- und Fichtenpollenanteil; gut vorhanden sind noch Kulturbegleiter, jedoch mit wenig Getreide; die Überschüttung dieser ehemaligen Oberfläche erfolgte um 1400 n.Chr.

b) Humushorizont in 75 cm Tiefe: Zu verzeichnen ist die Zunahme von Fichte, Buche, Tanne, Eiche und Hasel, vor allem jedoch von Birke und Erle. Getreidepollen sind nicht vorhanden; spurenhaftes Auftreten von Kulturbegleitern. Es ergibt sich ein Mindestalter von rd. 1100 Jahren, also Zeitabschnitt IX.

3. Profil Wimbachgrieshütte (1300 m ü.NN) = P 3:

a) Humushorizont in 49 cm Tiefe: Alter etwa 350 Jahre. Die Prozentanteile der Pollen von Tanne, Buche, EMW-Arten, Fichten, Fohre sind gleichbleibend. Ausschlaggebend ist das Getreidepollenmaximum, das auf die Jahre um 1600 n.Chr. deutet; deshalb ist der Zeitabschnitt X b anzunehmen.

b) Humushorizont in 166 cm Tiefe: Zu verzeichnen ist eine stärkere Zunahme von Tanne, Erle, Fichte und EMW-Arten. Getreide und Wegerich treten nur in Spuren auf; die Nichtbaumpollen sind sehr gering. Dieses Erscheinungsbild entspricht dem Zeitabschnitt X c.

c) Humushorizont in 326 cm Tiefe: Es treten Eiche, Linde, Hasel, Birke und Erle hervor. Kulturbegleiter und Tanne treten nicht auf. In dieser Probe sind jedoch die Pollen schlecht erhalten. Die Datierung um 1100 n.Chr. ist wahrscheinlich.

In der Tabelle 11, S. 59, sind die Ergebnisse zur besseren Übersicht zusammengestellt. Die von verschiedenen Stellen im Gries stammenden und bestimmten Proben zeigen - was auch schon in der Datierung der heutigen Oberflächen erkannt werden konnte - einen unterschiedlichen Rhythmus der Überschüttungen. Die Zeitabstände von 200 - 400 Jahre zweier aufeinanderfolgender Überschüttungen

einer größeren Fläche sind kurz, entsprechen jedoch den Werten der heutigen Sukzessionsgeschwindigkeit der Vegetation auf dem Gries. Wie erwartet, liegen die Orte mit kurzfristigen Aufschüttungsphasen (P 1, P 3) in unmittelbarer Nähe der temporären Aufschüttungsflächen. Die jeweils überschütteten Flächen sind klein. Durch das häufige kleinflächige Schuttüberlagern wird eine einheitliche Vegetationsentwicklung unterbunden. Verschiedene Entwicklungsstadien der Vegetation sind deshalb immer wieder nebeneinander zu finden. Wie schon mehrmals gesagt, finden die nennenswerten Schuttüberlagerungen bei länger anhaltenden Regenfällen oder Starkregen statt. Die pollenanalytisch ermittelten Zeiten stimmen gut mit den Zeitabschnitten überein, in denen nach der Chronik des Klosters St. Zeno, Bad Reichenhall und vor allem der Pfarrei Ramsau kühle, verregnete Sommer und ungewöhnlich kalte, schneereiche Winter vorherrschten (s. Tabelle 12, S. 60).

Tabelle 11: Pollenanalytische Datierungen der in den Schutt eingelagerten Humusschichten

Jahre n.Chr.	Zeitabschnitt		P 1	P 2	P 3
1900	Jüngeres	a			
1800	Subatlan-				
1700	tikum				
1600		b	Pr. 60 cm		Pr. 49 cm
1500	X				
1400			Pr. 120 cm	Pr. 50 cm	
1300		c			
1200			Pr. 150 cm		Pr. 166 cm
1100	Älteres				
1000	Subatlan-				
900	tikum			Pr. 75 cm	
800	IX				Pr. 326 cm
700					

Tabelle 12: Heftige Niederschläge, die besonders starke Hochwasser im Raum Ramsau-Berchtesgaden bewirkten.

Jahre n.Chr.	
bis 800	Keine Aufzeichnungen; verschiedene Almen wurden angeblich bewirtschaftet. (v.Koch-Sternfeld, S. 10, 1815)
um 800	Kalt, starke Niederschläge. Die um diese Zeit vom Kloster Rottenbuch b. Peißenberg zwecks Gründung eines neuen Klosters in das Berchtesgadener Land entsandten Mönche sprachen "von einer erschreckenden Wildnis, unerträglicher Kälte, großer Unfruchtbarkeit" (A. Helm, S. 87, 1929); bzw. "Aber die Thalgründe zunächst hinter dem ernsten 'Göhl' und 'Untersberg' ... und woher die 'Niederalbe' (alba inferior) öfter tosend kam". (v. Koch-Sternfeld, S. 9, 1815); s.a. F.Birkner, 1925, S. 53. (Niederalbe = heute allgemein 'Ache'), s.a. Gründungsakte .[1]
1117	Erdbeben (?), A. Helm, S. 143, 1929.
800 - 1200	Urkunden und Akten fehlen, da ein geregeltes Klosterleben noch nicht geführt wurde.
1252	"Strenger Winter, viele Menschen und Tiere erfroren", Kloster St. Zeno, Reichenhall; Chronik ohne Seitenzahl.
1269	Starkes Hochwasser; A. Helm, S. 142, 1929.
1280 - 1300	Häufige Niederschläge und Stürme; speziell 1281/82: "Mißernte, wie sich einer ähnlichen wenige erinnern; viele Menschen starben vor Hunger und ein gebackenes Haferbrot galt an den Feiertagen als besonderer Leckerbissen". Chronik St. Zeno, Reichenhall.
1282	Besonders kalter Winter. "Die Quellen blieben aus." Bibliobr. Berchtesgadensis, S. 143.

1) "Libellus vetustissimus de ecclesiae Berchtesgaden fundatione." Schenkungsbuch der ehem. gefürsteten Probstei Berchtesgaden; gedruckt in: K.A. Muffat: Quellen zur bayer. und deutschen Geschichte, München 1856, S. 227 - 364.

Jahre n.Chr.	
1386	"vom 24.6. - 12.7. regnete es fast ununterbrochen". A.Helm, S. 142, 1929.
1403	Hochwasser. A.Helm, S. 142, 1929.
1429 - 1479	Kalte, schneereiche Winter; Kälteperioden im Frühling, kühle, regenreiche Sommer und Mißernten. "Erst 1479 wieder heißer Sommer ohne Regen, aber ein fruchtbares Jahr." Chronik St. Zeno, Reichenhall.
1508 1567	im Juli im Oktober) große Überschwemmung. Akt: Verhältnisse der Probstei Berchtesgaden 1558 - 1600. HStA München, KL Berchtesgaden 71 1/3.
1569	Hochwasser. A.Helm, S. 142, 1929.
1571, 1572 1588/89	Große Wasserschäden. Akte: Wasserschäden in den Jahren 1785 - 1787 und deren Ersatz unter Bezug auf frühere derartige Ereignisse; 1793; HStA München, KL Berchtesgaden 182 1/6.
1598, 1618, 1619, 1622, 1649 1661	 19. - 21.7. 14. - 16.8. } besonders starke Hochwasser. A.Helm, S. 142, 1929.
1734, 1736, 1747, 1759 (6.7.) 1764	starke Hochwasser. A.Helm, S. 142 f., 1929.
1786/87	"Das Hochwasser war von Erdbeben begleitet; großer Schaden entstand in Schellenberg, Königssee, Hintersee, Frauenreut. Der Schaden belief sich auf 300 000 Gulden; der Churfürst von Bayern half die Schäden wieder ausbessern". A.Helm, S. 143, 1929.
1799	12.5.: "Ad cameram: der den 9. May 1799 gefallene Platzregen". HStA München, KL Berchtesgaden 182 1/8.
1830 1864	27.3. 27.7. A.Helm, S. 143, 1929.
1876	19.2. die Ache wurde an der "Glocke" durch Erdrutsche abgedrängt und zu einem See gestaut, der nahezu 5 Monate bestand. Ein Haus stürzte herab; Vieh und sieben Menschen fanden den Tod. Akte des Bayer. Innenministeriums, HStA München, M Inn. Bd. 1.

Die in den folgenden Jahren niedergegangenen Starkregen und die damit verbundenen Hochwasser sind aufgezeichnet in:

a) Hagel- und Wasserschäden in den Jahren 1871 - 1889 = Bd. 1
" " " " " " " 1890 - 1896 = Bd. 2
(Akten des Bayer. Innenministeriums, HStA München)

b) Phys.-meteor. Erhebungen über Hagelschläge in S-Deutschland. 1885 - 1909. Akademie der Wissenschaften, München.

c) Niederschlagsmessungen durch die Meteor. Beobachtungsstation in Berchtesgaden und ab 1930 auch Pegelmessungen speziell an der Ramsauer Ache und dem Wimbach durch das Wasserwirtschaftsamt Traunstein.

Ich kann auf die Angabe dieser Daten verzichten, da sie keinen unmittelbaren Bezug zu dem der Tabelle vorangegangenen Text haben.

VI. Zusammenfassung

Das Ziel dieser Arbeit war, Kenntnisse von der im Wimbach-Gries (Berchtesgadener Alpen) wirkenden gegenwärtigen Formenumbildung, Aufschüttung und Abtragung zu gewinnen.

Nach Erstellung der topographischen Unterlagen aus der Originalkarte von 1897 und aus Luftbildern aus dem Jahre 1959 und nach Durchführung von Genauigkeitsmessungen für diese beiden topographischen Unterlagen wurden zunächst die seit 1897 eingetretenen Veränderungen im Gries ermittelt. Gemessen wurden die Veränderungen im Verhältnis von bewachsenen zu unbewachsenen Schuttablagerungen mit dem Ergebnis, daß im Wimbach-Gries die unbewachsenen Schuttflächen um 1/5 der Gesamtfläche der vegetationslosen Areale von 1897 zugenommen haben, daß aber andererseits Gebiete vorhanden sind, die seit 1897 nicht mehr überlagert wurden und inzwischen bewachsen sind; schließlich kann gesagt werden, daß seit 1897 die hauptsächlichen Massenverlagerungen auf den gleichen Schuttbahnen verlaufen sind.

Der Schutt muß durch einen mit unterschiedlicher Intensität

wirkenden, an örtlich ungleiche Voraussetzungen gebundenen Vorgang auf die Griesfläche transportiert werden und dort in verschiedener Mächtigkeit und auf verschieden große Flächen abgelagert werden. Die von den einzelnen Ablagerungen bedeckten Flächen sind zwischen 0,025 - 0,685 km^2 groß. Es konnte festgestellt werden, daß die Massenverlagerungen auf dem Gries an Starkregen und länger anhaltende Landregen gebunden sind. Diese Niederschläge bewirken eine intensive Durchfeuchtung der Schuttmassen, so daß es zu verheerenden Murschüben kommen kann. Auf flacheren Böschungen bleiben die Muren stehen in Form von unregelmäßigen Schuttwülsten. Die weitere Talabwärtsverlagerung des Schuttes erfolgt stoßweise bei erneuten Niederschlägen in Gestalt von kleinen Muren und Schuttstreifen bis zum Erreichen eines der vielen den Aufschüttungsboden zerschneidenden Schuttgräben. Durch diese bis zu 5 m tiefen und 120 m breiten Gräben schießt bei wolkenbruchartigen Niederschlägen Wasser und reißt den Schutt mit. Es hat sich in Richtung des größten Gefälles ein Hauptgraben gebildet, der das Gries vom "Trischübel" bis hinunter zur Klamm durchzieht. Er wurde zum Bezugsgerinne für die vielen Nebenrinnen. Ab 1100 m ü.NN talwärts ist dieser Hauptgraben wegen des hier einsetzenden geringen Gefälles jedoch weitgehend mit Schutt aufgefüllt worden, so daß man hier von einem Schuttkörper sprechen kann, auf dem der Schutt stoßweise talabwärts transportiert wird. Diese Akkumulationsstrecke reicht bis 800 m ü.NN hinunter, von wo ab der Wimbach oberflächlich fließt und erodieren kann. Der Abtransport der anfallenden Schuttmassen durch den Wimbach wurde mit ca. 4500 m^3/Jahr (4 518 m^3/Jahr) ermittelt.

Aus den unregelmäßig über das Gries verteilten, in unterschiedlichen Mächtigkeiten und zu verschiedenen Zeiten abgelagerten Lockermassen resultiert auch ein altersunterschiedlicher Bewuchs auf den einzelnen Teilflächen. Diese Teilflächen sind Gebiete, die von der Vegetation besiedelt wurden infolge der erreichten stabilen Lagerung. Diese besiedelten Flächen sind 5 bis über 450 Jahre alt und sind im Vergleich zu den unbewachsenen Flächen als definitive Ablagerungsflächen zu betrachten. Die Altersangaben wurden dendrochronologisch und vegetationskundlich gewonnen. Aus der Verteilung der verschieden alten Vegetationsareale über die Griesfläche ist ersichtlich, daß zwischen

den beiden Höhenzonen 1300 - 1320 m und 1520 - 1540 m ü.NN ein Bereich großflächig ausgedehnter dauernder Schuttauf- und -umlagerung vorhanden ist. Oberhalb und unterhalb dieses Zwischenbereichs wird der Schutt mehr in festen Bahnen abtransportiert, so daß sich zwischen diesen vorgegebenen Schuttbahnen und im Lee von Felsspornen und schützenden, den Schuttstrom umleitenden Felsinseln Flächen mit sehr altem Bewuchs (Alter um 450 Jahre) entwickeln konnten.

Auch pollenanalytische Datierungen von überschütteten, ehemals bewachsenen Oberflächen zeigen diesen unterschiedlichen Rhythmus in der Überschüttung des Wimbach-Gries.

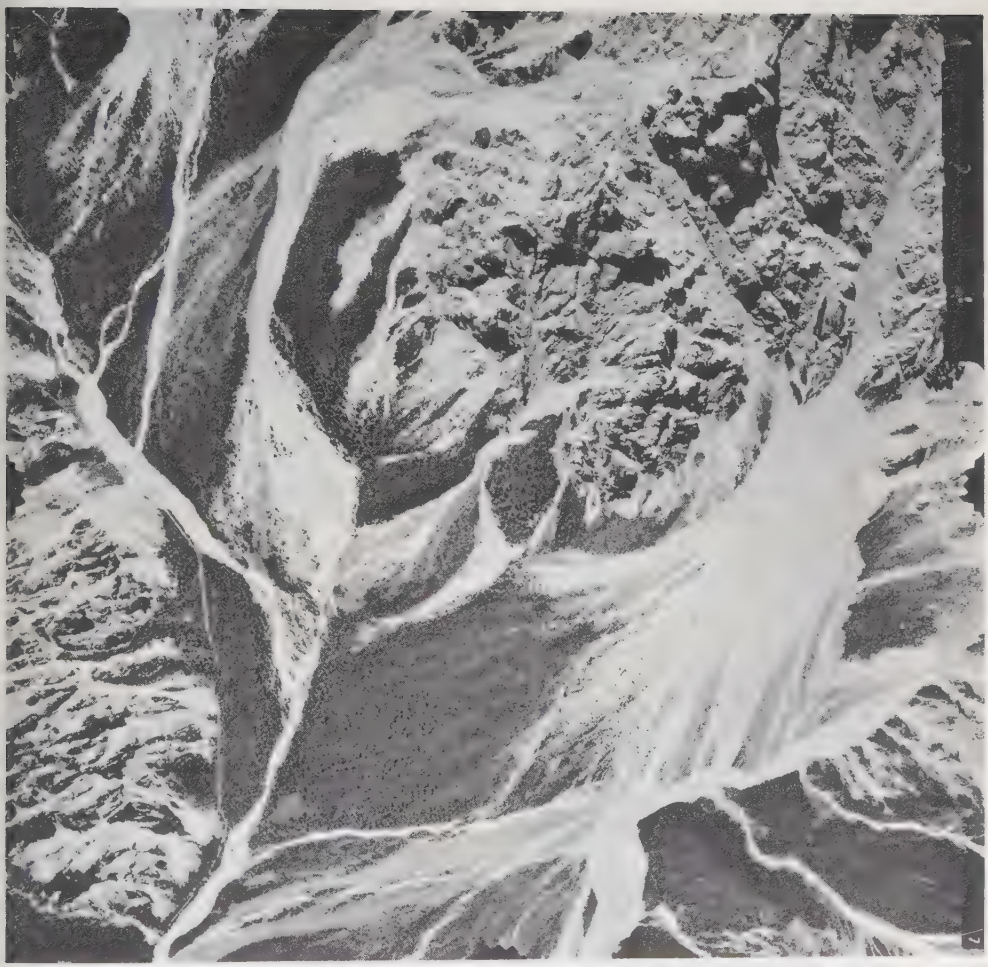


Abb. 9: Luftbild des Wimbach-Gries / Berchtesgadener Kalkalpen
(Aufnahme: Photogrammetrie GmbH, München, 14.7.61)
Bildmaßstab: ca. 1 : 10 000; Flughöhe rel.: ca. 2100 m

VII. Bilderteil

Bild 1: Kurz nach einem Starkregen. Die Gruppe Spirken gehörten vor dem Regen zur geschlossenen Vegetationsdecke. Die während des Unwetters niedergehende Mure verwüstete einen Teil dieses bewachsenen Areals.

Bild 2: Eine der Spülrinnen im Gries: steilwandig, 5 m tief und ca. 90 m breit.

Bild 3: Eine nach einem Starkregen in den Wald eingedrungene Schuttmure. Sie hat eine 25 m breite und 400 m lange Schneise gerissen. Scheitelhöhe: 2 m.

Bild 4: Das Bild zeigt verschieden alte Schuttablagerungen nebeneinander:
a) frische Überschüttung;
b) Fläche mit 60 jährigem Baumbewuchs;
c) Fläche mit 10 Jahre alten Bäumchen;
d) Bestockung dieser Fläche ist 250 Jahre alt.

Bild 5: Das abfließende Wasser bei Starkregen hat im Laufe der Zeit einen mehrere Meter tiefen Graben gerissen. Die unterspülte Vegetationsdecke stürzte in den Graben, wo sie überschüttet oder langsam talabwärts transportiert wird.

Bild 6: Vegetationsdecken sind überschüttet worden und bilden nun die Humushorizonte in den Schuttablagerungen. Die Datierung dieser Horizonte gibt Aufschluß über das Alter der Ablagerungen und über den Überschüttungsrhythmus.

Bild 7: Der Austritt des Wimbach aus dem Schutt. Die hier auflagernde 2 m mächtige Schuttdecke wird langsam durch den Wimbach abgetragen.

Bild 8: Luftbildschrägaufnahme von der Talstrecke Klamm-Gries. Links im Bild das Watzmannmassiv. In der Bildmitte einer der Hauptschuttströme.

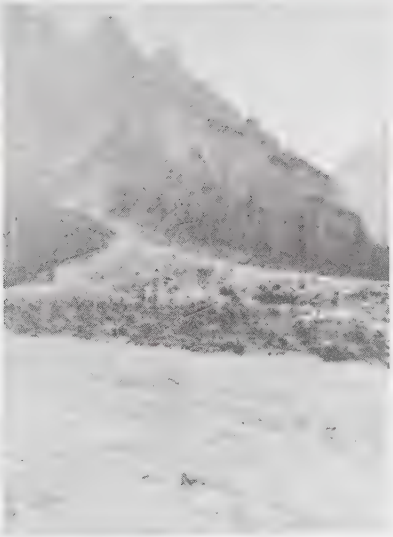
Bild 9: Talabschnitt "Trischübel". Links das Watzmannmassiv; Bildmitte der Trischübel und rechts die Rothleitenschneid. Am Fuße der Wände haben sich mächtige Schutthalden gebildet, die durch zahlreiche dicht nebeneinander liegende Schuttkegel aufgegliedert sind. Von der Talmitte aus unternimmt die Vegetation vergebliche Besiedlungsversuche der Schuttablagerungen.

1

2

3

b



d

c

a

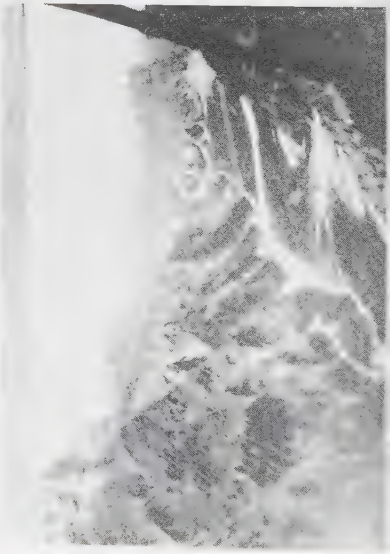
4

5

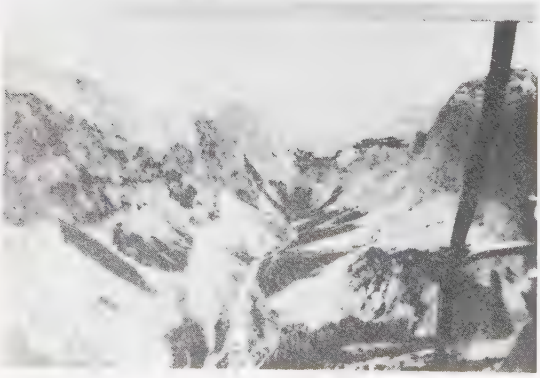
6

7

8



9



VIII. Literaturverzeichnis

1) Appelt, G.: Kontinuierliche Formfehleruntersuchungen von topographischen Karten. Diss. München, 1962, Techn. Hochschule

2) Braun-Blanquet, J., Pallmann, H. und Bach, R.: Pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchungen im schweizerischen Nationalpark und seinen Nachbargebieten. Ergebnisse d. wiss. Untersuchung d. schweiz. Nationalparks; Bd. IV, H. 28, 1954

3) Brehme, K.: Jahrringchronologische und -klimatische Untersuchungen an Hochgebirgslärchen des Berchtesgadener Landes. Zeitschrift für Weltwirtschaft 14, 1951

4) Burz, J.: Abgrenzung der Schwebstoff- und Sohlenfracht. Die Wasserwirtschaft, 48. Jahrgg., H.14, 1958

5) Diels, L. und Mattick, F.: Pflanzengeographie. Sammlung Göschen, Bd. 389/389 a, 1958

6) Filzer, P.: Kleines Praktikum der Pollenanalyse. Stuttgart 1962

7) Finsterwalder, R.: Die zahlenmäßige Erfassung des Gletscherrückgangs an Ostalpengletschern. Z.f.Gletscherkunde und Glazialgeologie, Bd. 2, H. 2, S. 189 - 239; 1953

8) Finsterwalder, R.: Topographie und Morphologie. Z.f.Vermessungswesen, H. 22, S. 633 - 648; 1939

9) Firbas, F.: Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. 2 Bände, Jena 1949 und 1952

10) Förtsch, O.: Ergebnisse seismischer Untersuchungen auf Gletschern der Ostalpen. Z.f.Geophysik, Jg. 24, H. 415, S. 161 - 167

11) Haber, G., Hoffmann, N. u.a.: Geol.Karte des Gebirges um den Königssee in Bayern. Abh.d.geol.Landesunters. am Bayer.Oberbergamt, 1935

12) Hormann, K.: Torrenten in Friaul und die Längsprofilentwicklung auf Schotter.
Münchner Geographische Hefte, H. 22, 1964

13) Huber, B.: Die Jahresringe der Bäume als Hilfsmittel der Klimatologie und Chronologie.
Die Naturwissenschaften, Jg. 35, H. 5, 1948, S. 151 - 154

14) Koegel, L.: Vermurungsvorgänge im Berchtesgadener Land.
Geogr. Anzeiger, Jg. 39, 1938, S. 104 - 108

15) Lebling, C.: Geol.Verhältnisse des Gebirges um den Königssee.
Abh.d.geol.Landesunters.a.Bayer.Oberbergamt, München 1935

16) Libby, W.F.: Radiocarbon Dating.
Chicago 1959

17) Louis, H.: Allgemeine Geomorphologie.
Berlin 1960

18) Mayer, H.: Pollenanalytische Untersuchungen im Wimbach-Gries.
Manuskript 1964

19) Mayer, H.: Waldgeschichte des Berchtesgadener Landes.
Jahrbuch d.Ver.z.Schutze d.Alpenpflanzen und -tiere, e.V., München 1965

20) Merk, E.: Die Untersuchung von Wasser.
3. Aufl., Darmstadt 1955

21) Meyer-Peter, E. und Müller, R.:
Eine Formel zur Berechnung des Geschiebetriebes.
Mitt.d.Versuchsanstalt f.Wasserbau und Erdbau an der ETH Zürich, Nr. 16, 1949

22) Meyer-Peter, E. und Lichtenhahn, C.:
Altes und Neueres über den Flußbau unter besonderer Berücksichtigung des sanktgallischen Rheintales.
Veröff.d.Eidg.Amtes f. Straßen- u. Flußbau, 1963

23) Moritz, H.: Zur Genauigkeit der Höhenschichtlinien.
Z.f.Vermessungswesen, H. 12, 1964, S. 453 - 456

24) Paul, H. und v.Schönau, K.:
Die Pflanzenbestände auf den Schottern des oberen Wimbachtales.
Jahrb.d.Ver.z.Schutze d. Alpenpflanzen und -tiere e.V., München 1930

25) Penck, A.: Das Land Berchtesgaden.
Z.d.DÖAV, 1885, S. 219 - 265

26) Rinsum, A. van: Die Abflußkurven.
Veröff.a.d.Arbeitsbereich d. Bayer. Landesstelle f. Gewässerkunde, München. Berlin 1941

27) Rinsum, A. van: Schwebstofführung der bayerischen Flüsse.
Festschrift zum 50-jährigen Bestehen d. Bayer.Landesstelle f.Gewässerkunde, München 1950, S. 103 - 110

28) Scherzer, H.: Geologisch-botanische Wanderungen durch die Alpen.
Bd. I: Das Berchtesgadener Land.
München 1927, S. 156 - 166

29) Schmithüsen, J.: Allgemeine Vegetationsgeographie.
Berlin 1961

30) Straka, H.: Pollenanalyse und Vegetationsgeschichte.
Wittenberg 1957

31) Wundt, W.: Abtragung und Aufschüttung in den Alpen und dem Alpenvorland während der Jetztzeit und der Eiszeit.
Erdkunde 6/1, 1952, S. 40 - 44

32) Zeller, M.: Das Hochkaltergebirge (westl. und südl. Wimbachkette).
Z.d.DÖAV, 1914, S. 198 - 204

33) Yalin, S.: Die theoretische Analyse der Mechanik der Geschiebebewegung.
Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Wasserbau, Nr. 8, Karlsruhe 1957

34) Bayerisches Landesvermessungsamt München:
Die bayerischen Kartenwerke.
Das bayerische Landesvermessungswerk, H. 9, 1964

35) Bayerische Landesstelle für Gewässerkunde:
Anleitung für die Durchführung von Schwebstoffmessungen.
München 1952

36) Bayerische Landesstelle für Gewässerkunde:
Anleitung für die Berechnung von Schwebstoffmessungen.
München 1952

37) Chronik des Klosters St. Zeno/Bad Reichenhall, der Pfarrei Ramsau und der ehem. Probstei Berchtesgaden

38) Taschenbuch der Geologie, Leipzig 1962

39) Helm, A.: Das Berchtesgadener Land im Wandel der Zeit.
2 Bände: 1 Literaturband, 1 Textband
Berchtesgaden 1929

40) Ritter Ernst von Koch-Sternfeld:
Die Geschichte des Fürstenthums Berchtesgaden und seiner Salzwerke.
Salzburg 1815

41) Akten des gefürsteten Chorherrenstifts Berchtesgaden aus dem Handschriften-Staatsarchiv, München.

Benutzte Karten

"Höhenflurkarte" des Bayer.Topograph.Bureaus, München 1897.
Maßstab 1 : 5 000
Blatt-Nr.: S 0 XXVIII/42/43
S 0 XXIX/42/43

Die benutzten Luftbilder stammen von der PHOTOGRAMMETRIE GmbH
München 27, Mauerkircherstr. 1 a
Aufnahmejahr: 1959 Bildmaßstab: 1 : 10 000
Aufnahmegerät: Zeiss RMK 21/18

Karte 7: Ausschnitt aus der topographischen Karte 1 : 50 000; Blatt L 8542

Lebenslauf

Am 22.Dezember 1933 wurde ich, Bernhard Schlesinger, als Sohn des Zollobersekretärs Theodor Schlesinger und seiner Ehefrau Adelheid, geb. Langer, in Buchenau Krs. Ratibor geboren und in der dortigen röm.-kath. Pfarrkirche getauft.

Vom April 1940 bis zum August 1943 besuchte ich die Volksschule in Wehen Krs. Leobschütz und anschließend die Mittelschule in Troppau, die infolge der Kriegsereignisse im Oktober 1944 geschlossen wurde. Im Oktober 1945 starb mein Vater in einem polnischen Internierungslager.

Am 15.Juli 1946 wurde ich mit meiner Mutter und meinem Bruder in die Bundesrepublik Deutschland nach Eiserfeld/Sieg ausgesiedelt. Ich besuchte zunächst bis zur mittleren Reife die Amtsmittelschule in Kreuztal und trat dann in das staatliche Aufbaugymnasium in Hilchenbach ein, das ich im März 1956 nach bestandenem Abitur verließ. Im November 1958 starb meine Mutter.

Seit dem Sommer-Semester 1956 studierte ich an den Universitäten Münster, Bonn und München Geographie, Geologie, Geodäsie und Meteorologie. Meine akademischen Lehrer waren die Herren Professoren Dr. H.Berg, Dr. R.Geiger, Dr. W.Hofmann, Dr. F.Lotze, Dr. H.Louis, Dr. A.Maucher, Dr. F.Möller und Dr. C.Troll.

Von 1962 - 1964 war ich als Zivilangestellter im Militärgeographischen Dienst tätig. Im Sommer-Semester 1962 erhielt ich von Herrn Professor Dr.H.Louis, München, meine Doktorarbeit über das Thema "Über die Schutteinfüllung im Wimbach-Gries und ihre Veränderung".

Seit Abschluß der Arbeit bin ich in der Unternehmensplanung tätig mit dem speziellen Aufgabenbereich Satellitenforschung.